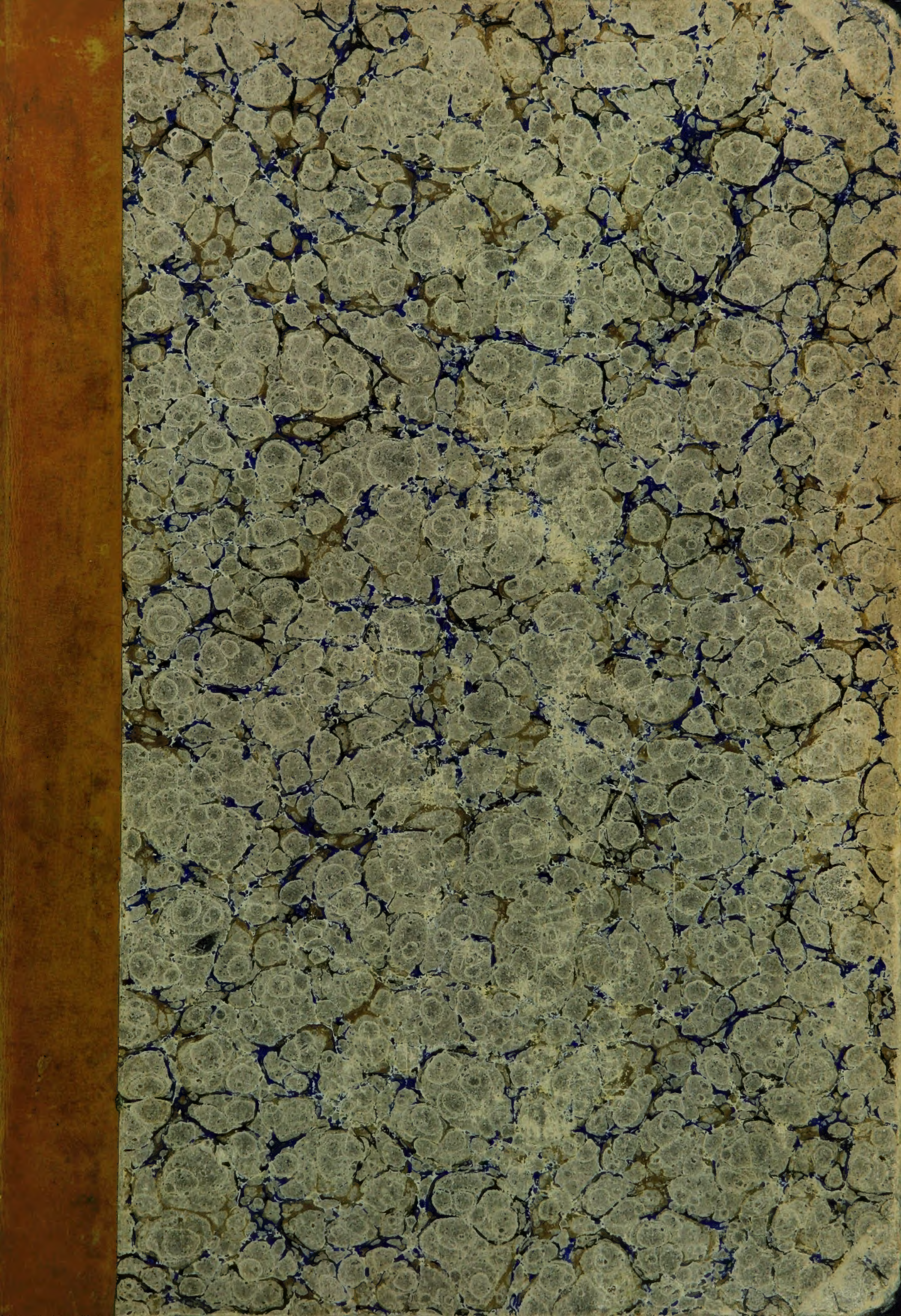




ИЗДАНІЕ
УПРАВЛЕНІЯ ВНУТРЕННИХЪ ВОДНЫХЪ ПУТЕЙ и ШОССЕЙНЫХЪ ДОРОГЪ
(по Отдѣлу Внутреннихъ Водныхъ Путей).

МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ОПИСАНІЯ РУССКИХЪ РѢКЪ
и
ИСТОРІИ УЛУЧШЕНІЯ ИХЪ СУДОХОДНЫХЪ УСЛОВІЙ.
Выпускъ LXIII.

ПРОЕКТЪ ВОДНАГО ПУТИ между КАМОЙ и ИРТЫШЕМЪ.

ОТДѢЛЪ III. ОПИСАНІЕ ПРОЕКТА.

ЧАСТЬ II. ШЛЮЗЫ.

СОСТАВИЛЪ
Инженеръ путей сообщенія А. С. АКСАМИТНЫЙ.

ПЕТРОГРАДЪ.
Типографія Министерства Путей Сообщенія
(Товарищества И. Н. Кушнеревъ и К°), Фонтанка, 117.
1915.



Во время составленія проекта Камско-Иртышскаго воднаго пути вопросы техническаго характера, имѣющіе общее значеніе для всего пути, выдѣлялись въ особый техническій отдѣлъ. Главной задачей, поставленной этому отдѣлу, было составленіе проектовъ типовыхъ сооруженій, варьируя ихъ главныя части такимъ образомъ, чтобы онѣ могли быть примѣнены къ различнымъ особенностямъ мѣстныхъ условій, характеризующихъ участки пути.

Одною, изъ крупныхъ работъ, выполненныхъ въ этомъ отдѣлѣ, является составленіе проектовъ шлюзовъ для всего Камско-Иртышскаго воднаго пути. Изложенію результатовъ этой работы посвященъ настоящій выпускъ описанія проекта.

Объемъ этого выпуска не позволяетъ дать въ немъ полное описаніе проектовъ шлюзовъ. Такъ, сюда не вошло описаніе разсчета воротъ, затворовъ водопроводныхъ галлерей, механизмовъ для ихъ открыванія и закрыванія и приспособленій для ввода и вывода изъ шлюза судовъ.

Составленный въ 1912 году проектъ воднаго пути между Камою и Иртышомъ имѣетъ значеніе предварительнаго, служащаго для выясненія стоимости съ достаточной точностью для того, чтобы было возможно испросить средства на составленіе исполнительнаго проекта и его осуществленіе. Съ технической точки зрѣнія къ проекту такого типа можетъ быть предъявлено требованіе, чтобы все запроектированное было технически цѣлесообразно и могло бы послужить основою исполнительнаго проекта.

Объемъ изысканій и средствъ, которыя были въ распоряженіи составителя проекта, налагаетъ на него обязанность соблюдать въ проектныхъ предположеніяхъ нѣкоторую осторожность въ сторону запаса.

Вышеизложенная характеристика задачъ предварительнаго проекта обусловила выборъ метода проектированія шлюзовъ для Камско-Иртышскаго воднаго пути. Отъ проектированія каждаго изъ 117 сооруженій, назначенныхъ на протяженіи всего пути необходимо было отказаться и перейти къ составленію типовыхъ проектовъ и подсчетовъ количества работъ въ отдѣльныхъ сооруженіяхъ, пользуясь методомъ интерполяціи, причемъ для наглядности былъ примѣненъ графическій способъ. На основаніи типовыхъ разсчетовъ, чертежей и подсчетовъ количества работъ строились кривыя измѣненія разныхъ элементовъ работъ по сооруженію шлюзовъ въ зависимости отъ измѣненія величины паденія въ шлюзѣ.

Принятый методъ оказался полезнымъ еще тѣмъ, что при большой спѣшкѣ въ работахъ сдѣлалъ возможной легкую провѣрку. Кривая недостаточно правильная или не отвѣчающая логичнымъ предположеніямъ указывала на ошибку въ арифметическомъ подсчетѣ, которая быстро находилась и исправлялась. Затѣмъ, построеніе такихъ кривыхъ даетъ иногда возможность сознательно и обоснованно высказаться въ пользу выгодности того или другого типа, той или иной конструкціи.

Недостатокъ времени, бывшій въ распоряженіи составителя проекта, естественно придалъ всей работѣ оттѣнокъ приближенности, дающій возможность относиться къ ея результатамъ, лишь какъ къ матеріаламъ для проектированія шлюзовъ.

Работа по составленіи типовыхъ проектовъ шлюзовъ заняла промежутокъ времени всего въ три мѣсяца.

Непосредственное участіе и руководство въ проектированіи шлюзовъ принадлежало инженеру п. с. А. С. Аксамитному, дѣятельное участіе въ проектированіи принималъ студентъ И. и. п. с. Н. И. Гопперъ, и бывшіе въ ихъ

распоряженіи два студента и одинъ техникъ-чертежникъ

Типъ шлюза для нижняго теченія р. Чусовой спроектированъ инженеромъ А. Н. Лагутинымъ.

Рядъ отдѣльныхъ вопросовъ, имѣющихъ отношеніе къ шлюзамъ, былъ разработанъ инженерами и техниками, участвовавшими въ составленіи проекта.

Въ основу проектированія было принято использованіе опыта уже построенныхъ, подобнаго рода, сооруженій, главнымъ образомъ, въ Германіи, на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ и на водномъ пути Одеръ-Шпрее. Воспользоваться данными заграничной гидротехнической практики оказалось возможнымъ, имѣя свѣдѣнія литературныя и полученныя составителемъ проекта на мѣстѣ во время его заграничной командировки.

Проекты шлюзовъ были разсмотрѣны въ засѣданіяхъ Техническаго Бюро, образованномъ при Управленіи вн. водн. пут. и шосс. дор. подъ предсѣдательствомъ члена Инженернаго Совѣта, тайнаго совѣтника Н. И. Максимовича, по докладу инженеровъ Н. А. Венедиктова и Н. С. Корзуна.

Въ описаніе конструкцій и разсчетовъ введены соотвѣтствующія исправленія и оговорки на основаніи сужденій, имѣвшихъ мѣсто при этомъ разсмотрѣніи.

Благопріятное стеченіе обстоятельствъ, заключавшееся въ томъ, что инженеръ А. С. Аксамитный, по окончаніи проектировки шлюзовъ для Камско-Иртышскаго воднаго пути, принялъ участіе въ работахъ по составленію проекта Черноморско-Балтійскаго воднаго пути и имѣлъ возможность ознакомиться во время заграничной командировки съ послѣдними гидротехническими работами, дало возможность пополнить предлагаемое изложеніе нѣкоторыми ссылками на работы по проектированію шлюзовъ для Черноморско-Балтійскаго воднаго пути.

Эти примѣчанія поясняютъ, въ какой мѣрѣ матеріалы, полученные при составленіи Камско-Иртышскаго проекта, были уже использованы при составленіи проекта другого

грандіознаго воднаго пути, а также какое развитіе они получили въ настоящее время.

Проектъ составленъ въ варіантахъ для трехъ размѣровъ судовъ, имѣющихъ общую осадку въ 10 четвертей аршина. Болѣе подробно составленъ проектъ для судовъ, въ 50 саж. длиною и 7,5 саж. шириною. Для судовъ, длиною 40 и 30 саж., при ширинѣ, соотвѣтственно, 6,3 и 4,8 саж. проекты шлюзовъ составлены эскизно. Описанію этихъ послѣднихъ посвящена только глава XI.

Глава I составлена по матеріаламъ выпуска XLIX Матеріаловъ для описанія русскихъ рѣкъ и исторіи улучшенія ихъ судоходныхъ условій. Главы II, III, IV, V, VI, VII, IX и XI составлены по проектнымъ, даннымъ заключающимся въ папкѣ 3-й (перечень и оглавленіе проектныхъ матеріаловъ и ихъ распредѣленіе приведены также въ выпускѣ XLIX. Для составленія главы VIII-й использованы матеріалы папки 13-й. Глава X составлена по матеріаламъ папки 3-й и 25-й. Для изложенія главъ XII, XIII и XIV-й послужила общая пояснительная записка (папка 1), составленная нижеподписавшимся.

Довольно широкіе предѣлы подпорной высоты, для которой проектированы сооруженія Камско-Иртышскаго воднаго пути, при надлежащей обработкѣ и расположеніи матеріала, даютъ увѣренность въ возможности использовать настоящій трудъ для скораго и достаточно точнаго проектированія и подсчета стоимости каменныхъ шлюзовъ. Для облегченія этой задачи глава XIV дополнена поясненіями примѣровъ подобныхъ подсчетовъ.

А. Фидманъ.

Апрѣль 1914 г.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Перечень рисунковъ.

Глава I.

Заданія и основныя предположенія.

Въ основу проектированія шлюзовъ для Камско-Иртышскаго воднаго пути были положены заданія, одобренныя Инженернымъ Совѣтомъ *).

Согласно этимъ заданіямъ надлежало спроектировать водный путь въ трехъ варіантахъ для пропуска трехъ типовыхъ судовъ, имѣющихъ размѣры, указанные въ табличкѣ, заимствованной изъ доклада Инженерному Совѣту т. с. Н. И. Максимовича.

	Баржи.				Шлюзы.		
Типы.	Грузоподъемность пуд.	Длина саж.	Ширина саж.	Осадка саж.	Длина между королями.	Ширина саж.	Глубина на корол. саж.
I	120.000	50	7,5	0,83	55	8,0	1,2
II	80.000	40	6,3	0,83	44	6,8	1,2
III	40.000	30	4,8	0,83	33	5,3	1,2

Относительно главныхъ размѣровъ шлюзовъ, Инженерный Совѣтъ далъ указаніе, что шлюзы должны пропускать типовыя суда караванами или въ одиночку въ зависимости отъ предполагаемаго порядка слѣдованія судовъ на каждомъ участкѣ пути.

*) Эти заданія полностью приведены въ вып. XLIX Матеріаловъ для описанія русскихъ рѣкъ и исторіи улучшенія ихъ судоходныхъ условій. Проектъ воднаго пути между Камою и Иртышемъ. Отд. III. Описаніе проекта, ч. I. „Основныя заданія и перечень документовъ, составляющихъ проектъ“.

Размѣры шлюзныхъ камеръ.

Матеріалами для назначенія главныхъ размѣровъ шлюзныхъ камеръ послужили вышеупомянутая табличка и нижеприводимыя соображенія Инженернаго Совѣта, высказанныя при обсужденіи вопроса о размѣрахъ шлюзовъ.

Соображенія Инженернаго Совѣта:

«Инженерный Совѣтъ принялъ во вниманіе, что шлюзы могутъ быть устраиваемы двухъ видовъ: для пропуска судовъ по одиночкѣ или караванами. Въ послѣднемъ случаѣ шлюзъ представляетъ собою родъ укороченнаго бьефа, съ шлюзными частями на концахъ, въ которомъ могутъ вмѣститься суда съ буксирующимъ ихъ пароходомъ. При такихъ шлюзахъ проходъ судовъ значительно ускоряется. Но возможность устройства подобныхъ шлюзовъ зависитъ прежде всего отъ условій мѣстности. Съ другой стороны, длины отдѣльныхъ бьефовъ, въ связи съ предусматриваемымъ порядкомъ слѣдованія судовъ, должны быть назначены такъ, чтобы движеніе совершалось безъ остановокъ и у шлюзовъ не было бы скопленія судовъ, ожидающихъ очереди. Всѣ эти обстоятельства должны быть выяснены при составленіи проекта. Поэтому слѣдуетъ предусмотрѣть проектированіе шлюзовъ для пропуска судовъ или въ одиночку, или же караванами, въ зависимости отъ предполагаемаго порядка ихъ слѣдованія на каждомъ участкѣ пути.

Докладчикъ Инженерному Совѣту полагалъ, при заданіи глубины бьефовъ для осадки въ $^{10}/_{4}$ аршина $= ^{5}/_{6}$ сажени, проектировать шлюзы съ глубиною воды на короляхъ 1,20 саж. Такое пониженное расположеніе королей имѣетъ цѣлью предупредить перестройку шлюзовъ впослѣдствіи, въ случаѣ углубленія канала, что обходится дорого и вызываетъ необходимость перерыва судоходства.

Принимая во вниманіе, что заложеніе королей шлюзовъ на той или иной глубинѣ должно значительно вліять на смѣту, при чемъ наиболѣе выгодная величина пониженія королей должна быть опредѣлена подсчетомъ, Инженерный Совѣтъ, согласившись съ мнѣніемъ члена Совѣта, т. с. В. Е. Тимонова, полагалъ, въ этомъ отношеніи, не связывать составителя проекта опредѣленнымъ заданіемъ.

Что же касается длины камеръ шлюзовъ и ширины ихъ, то размѣры эти должны соотвѣтствовать размѣрамъ судовъ, съ нѣкоторымъ запасомъ, принимаемымъ на основаніи болѣе подробныхъ соображеній при проектированіи. Минимумъ этого запаса опредѣляется требованіями удобства и безопасности прохода судовъ назначенныхъ размѣровъ черезъ шлюзы. При увеличенномъ же запасѣ представляется возможность пропускать, въ случаѣ надобности, и суда нѣсколько большей ширины или длины, сравнительно съ нормальными размѣрами судовъ, пользующихся системою. Подобные случаи, по заявленію представителей Управленія внутреннихъ водныхъ путей и шоссейныхъ дорогъ, встрѣчаются на нашихъ водныхъ путяхъ и такого рода суда пропускаются каждый разъ на основаніи особаго разрѣшенія.

По соображенію съ этимъ, точные размѣры основного очертанія сооруженій должны быть выяснены при разработкѣ проекта и не представляется желательнымъ стѣснять въ этомъ отношеніи составителя проекта. А потому Инженерный Совѣтъ полагалъ не помѣщать въ резолютивной части своего заключенія предложенную докладчикомъ таблицу въ качествѣ обязательной».

На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ были приняты основные размѣры камеры шлюза, разсчитаннаго на пропускъ одного изъ типовыхъ судовъ каждаго варіанта проекта пути.

Различные элементы принятыхъ въ проектѣ размѣровъ шлюзныхъ камеръ сведены въ слѣдующую таблицу:

Названіе типовъ и грузоподъемность, въ пуд.	Размѣры, въ саженяхъ.						
	Суда.			Камерные шлюзы.			
						Полезная длина шлюзовъ.	
	Длина.	Ширина.	Осадка.	Глубина на короляхъ.	Ширина.	Со стѣнкой паденія.	Безъ стѣнки паденія.
Большой размѣръ 120.000	50	7,5	0,83	1,2	8,0	53	54,75
Средній „ 80.000	40	6,3	0,83	1,2	6,8	43	44,35
Малый „ 40.000	30	4,8	0,83	1,2	5,3	33	34,10

Такимъ образомъ запасъ въ длинѣ камеры составляетъ отъ 3 до 4,75 саж., въ ширинѣ—0,5 саж., а въ глубинѣ — 0,37 саж. Величина запаса по длинѣ принята въ разсчетѣ, что руль баржи, длиною въ 2 сажени, не сводится на сторону и что остающаяся отъ запаса длина въ 1 саж. можетъ быть распредѣлена по обѣ стороны судна по $^{1}/_{2}$ сажени.

Что касается принятой величины запаса по ширинѣ камеры, то эта величина особо реальнаго значенія имѣть не можетъ: какъ указываетъ опытъ нашихъ шлюзованныхъ системъ, судоходцы стремятся всегда использовать возможно больше имѣющуюся ширину камеры шлюза и допускаемые, вслѣдствіе этого стремленія, запасы много меньше принятой величины въ 0,25 саж. съ каждой стороны шлюзуемаго судна.

Для заданной осадки судна глубина на короляхъ могла бы быть принята и нѣсколько меньшая, но въ этомъ случаѣ значительно возросло бы сопротивленіе движенію судовъ *). Въ послѣднее время за границей, особенно въ Германіи, на это обстоятельство стали обращать самое серьезное вниманіе и, напримѣръ, для судовъ съ осадкою въ 1,75 метровъ задаютъ глубину на нижнихъ короляхъ до 3 метровъ, какъ это имѣетъ мѣсто на шлюзахъ открытаго въ 1913 году Берлинъ-Штеттинскаго воднаго пути.

Устройство шлюзовъ съ камерою, достаточною для помѣщенія только одного судна, объясняется тѣмъ, что отдѣльное шлюзованіе буксирнаго парохода, при наличіи 3—4 баржей, не составитъ значительной задержки. Кромѣ того, возможно въ составѣ воза имѣть одно судно меньшихъ размѣровъ, которое помѣщалось бы въ камерѣ шлюза вмѣстѣ съ пароходомъ. Устройство же шлюзовъ, вмѣщающихъ караванъ изъ 2 или 3 судовъ, значительно удоро-

---

*) Prüssmann въ своей брошюрѣ „Vergleichung von Schleusen und mechanischen Hebewerken“. Berlin 1905 указываетъ слѣдующія данныя, полученныя изслѣдованіями при постройкѣ Дортмундъ-Эмскаго канала: при ширинѣ камеры въ 8,6 метровъ и скорости ввода судна (шириною 8 м. и съ осадкою 1,75 м.) въ шлюзъ, равной 0,50 м./сек., сопротивленіе судна при глубинахъ на королѣ въ 2,50 м., 3 и 3,50 м. измѣняется въ отношеніи 1 : 0,39 : 0,21 и равняется соотвѣтственно 1.450, 570 и 305 клгрм. Сокращеніе времени на двойное шлюзованіе при глубинѣ на королѣ въ 3 м., по сравненію съ глубиною въ 2,5 м. оказывается равнымъ 1,4 минуты.

жающее и затрудняющее сооруженіе пути, какъ показали соотвѣтствующіе подсчеты при опредѣленіи пропускной способности пути, хотя и улучшило бы прохожденіе пути караванами судовъ, но все же не сравнялось бы въ отношеніи скорости и удобства движенія съ проходомъ одиночныхъ судовъ въ особенности на густошлюзованныхъ участкахъ системы.

При разсмотрѣніи проекта Камско-Иртышскаго воднаго пути въ особомъ Техническомъ Бюро, образованномъ при Управленіи в. в. п. и ш. д. подъ предсѣдательствомъ т. с. Н. И. Максимовича, основные размѣры шлюзовъ подверглись слѣдующимъ измѣненіямъ: полезная длина камеръ шлюзовъ для I варіанта проекта пути была увеличена до 68 саж., изъ разсчета на помѣщеніе въ шлюзѣ одновременно баржи длиною 50 саж. и буксирующаго ее парохода; также было увеличено углубленіе королей шлюзовъ до 1,35 саж. отъ нормальнаго горизонта бьефовъ. Первое измѣненіе не отозвалось на конструкціяхъ шлюзовъ и увеличеніе стоимости пути вслѣдствіе этого измѣненія могло быть вполнѣ точно подсчитано по имѣющимся въ проектѣ шлюзовъ матеріаламъ. Измѣненіе глубины на короляхъ должно было повлечь за собою и конструктивныя и смѣтныя измѣненія, какъ въ самихъ шлюзахъ, такъ и въ ихъ оборудованіи воротами. Для опредѣленія стоимости шлюзовъ съ королями, углубленными до 1,35 саж., также былъ использованъ матеріалъ, имѣвшійся въ проектѣ, и было исчислено примѣрное увеличеніе смѣты.

Техническое Бюро, увеличивая глубину на королѣ до 1,35 саж., имѣло въ виду возможность углубленія пути въ будущемъ, а также уменьшеніе сопротивленія при входѣ судна въ шлюзъ на глубокой водѣ *), т. е. въ послѣднемъ соображеніи нашло возможнымъ пойти далѣе, чѣмъ составитель проекта.

Въ подтвержденіе соображеній, которыми руководилось Совѣщаніе, разсматривавшее проектъ, здѣсь является умѣстнымъ привести свѣдѣнія о глубинахъ на королѣ шлюзовъ разныхъ системъ, ранѣе построенныхъ и проектировавшихся, а также строящихся и проектируемыхъ въ настоящее время.

---

*) См. „Журналъ Совѣщанія по разсмотрѣнію и повѣркѣ проекта Волго-Сибирскаго воднаго пути между Камою и Иртышемъ". Ч. II, стр. 264.

НАЗВАНІЕ ВОДНЫХЪ ПУТЕЙ.	Осадка судовъ.	Глубина на королѣ.	Запасъ глубины.	Площадь. Подводнаго сѣченія судна.	Площадь. Живого сѣченія шлюза.	Отношеніе площадей.	Примѣчанія.
	Размѣры въ саженяхъ.						
I. Русскіе.							
А. Построенные:							
Маріинская система:							
дерев. шлюзы	0,83	1,00	0,17	3,735	5,00	1,34	[1]) Вслѣдствіе значительнаго запаса въ ширинѣ.
каменн. шлюзы				4,565	6,00	1,31	
Тихвинская система . . .	0,50	0,75	0,25	1,00	0,875	1,87[1])	
Сайменскій каналъ (Финляндія)	2,5	2,67	0,17	17,75	19,81	1,115	Въ метрахъ.
р. Ока	0,83	1,00	0,17	6,225	8,00	1,28	
р. Сѣв. Донецъ	0,83	1,10	0,27	6,225	8,8	1,41	
Б. Строящіеся:							
р. Шексна	0,83	1,08	0,25	6,225	8,64	1,39	
р. Донъ	0,83	1,40	0,57	6,225	11,2	1,8	При устройствѣ.
	1,28		0,12	9,6		1,17	Послѣ развитія.
В. Проекты:							
р. Сѣв. Донецъ (Инж. Пузыревскаго)	0,83	1,10	0,27	5,81	8,25	1,42	
р. Ока (Инж. Бухгольца) .	0,50	0,67	0,17	3,75	5,36	1,43	
Порожистая часть р. Днѣпра (Инж. Рундо) . . .	0,83	1,14	0,31	5,81	8,55	1,47	
р. Днѣпръ (Инж. Семенова) и р. Зап. Двина (Инж. Могучаго)	0,83	1,20	0,37	4,96	7,8	1,57	
Камско-Тобольскій (Инж. Фидмана)	0,83	1,20	0,37	6,225	9,6	1,54	
Черноморско - Балтійскій, Обь-Енисейскій и Камско-Тобольскій (по измѣненію Техническаго Бюро)	0,83	1,35	0,52	6,225	10,8	1,73	

НАЗВАНІЕ ВОДНЫХЪ ПУТЕЙ.	Осадка судовъ.	Глубина на королѣ.	Запасъ глубины.	Площадь.		Отношеніе площадей.	Примѣчанія.
				Подводна-го сѣченія судна.	Живого сѣченія шлюза.		
	Размѣры въ метрахъ.						
II. Иностранные.							
Французскіе каналы:							
Бургонскій, Центральный, Сонна-Луара и др. . . .	1,8	2,00	0,20	9,0	10,4	1,16	
Восточный, Марна-Сонна и др.	1,8	2,2	0,40	9,0	11,44	1,27	
Марсель-Рона (строится) .	1,8	3,0	1,2	14,4	48,0	3,33	Ширина шлюза 16 м. Ширина типовой ронской баржи 8 м.
Германскіе:							
Финовъ каналъ	1,4	1,57	0,17	7,14	8,38	1,17	
р. Майнъ (Франкфуртъ-Майнцъ)	2,0	2,5	0,50	20,0	26,75	1,34	
р. Фульда (Кассель-Мюнденъ)	—	1,5	—	—	12,90	—	
Одеръ-Шпрее	1,75	2,5	0,75	14,00	21,50	1,54	
Тельтовъ каналъ	1,75	2,5	0,75	16,10	25,00	1,56	
Каналъ Дортмундъ-Эмсъ .	1,75	3,00	1,25	14,00	25,8	1,7	
Новые шлюзы Д.-Э. канала и Берлинъ-Штетинскій в. п.	1,75	3,00	1,25	16,45	30,00	1,82	
Морскіе:							[1]) Пароходъ „Императоръ". Каналъ разсчитанъ на углубленіе. [2]) Судно типа „Олимпикъ" 45.000 тоннъ.
Кильскій каналъ:							
Новые шлюзы	11 [1])	14,10	3,10	328,9 [1])	634,5	1,9	
Старые шлюзы	8,5	9,57	1,07	195,5	239,25	1,22	
Панамскій каналъ	11,57[2])	12,17	0,60	324,8 [2])	407,69	1,25	

Какъ видно изъ помѣщенной здѣсь таблицы, стремленіе уменьшить сопротивленіе судовъ при вводѣ ихъ въ шлюзъ заставило давать запасъ въ глубинѣ на королѣ, превышающій 0,5 сажени.

Строительные матеріалы.

Въ заключеніи Инженернаго Совѣта при разсмотрѣніи основныхъ заданій Камско-Иртышскаго воднаго пути относительно примѣненія того или иного строительнаго матеріала имѣлись слѣдующія указанія:

«Для постройки плотинъ и шлюзовъ примѣнять наиболѣе выгодный матеріалъ, какъ въ отношеніи первоначальной стоимости, такъ и стоимости ремонта сооруженій.

При выборѣ допускаемыхъ напряженій строительныхъ матеріаловъ должны быть соблюдены обязательныя по Министерству Путей Сообщенія нормы. Для тѣхъ матеріаловъ, для коихъ таковыхъ нормъ не имѣется, составителемъ проекта надлежитъ представить въ Управленіе внутреннихъ водныхъ путей и шоссейныхъ дорогъ образцы матеріаловъ, результаты ихъ испытанія и проектъ нормъ допускаемыхъ напряженій».

Постановленіе Инженернаго Совѣта о выборѣ матеріала, приведенное выше, имѣло въ виду, главнымъ образомъ, обратить вниманіе составителя проекта на выясненіе вопроса о выгодности примѣненія дерева для гидротехническихъ сооруженій проектируемаго пути. Въ исполненіе этого постановленія были составлены соотвѣтствующіе проекты деревянныхъ шлюзовъ и произведены необходимые подсчеты.

За основной матеріалъ для сооруженія проектированныхъ шлюзовъ была принята бутовая кладка.

Изобиліе хорошаго строительнаго камня почти на всемъ протяженіи проектируемаго воднаго пути послужило главною причиною этого выбора. Дѣйствительно весь путь по р. Чусовой, по водораздѣлу и Верхней Исети обезпеченъ прекраснымъ со строительной точки зрѣнія, каменнымъ матеріаломъ, причемъ на первой встрѣчаются хорошіе доломитовые известняки и кварцитовые песчаники, а послѣдніе два участка обезпечены гранитомъ *). Только на одномъ участкѣ по Нижней Исети пришлось отказаться отъ примѣненія бутовой кладки изъ естественнаго камня и предполагать сооруженія возведенными въ своей толщѣ изъ кирпичной кладки и лишь облицованными снаружи камнемъ, привезеннымъ изъ карьеровъ, расположенныхъ въ верхнемъ участкѣ рѣки Исети.

Сооруженіе этихъ шлюзовъ изъ кирпичной кладки становится экономически необходимымъ лишь въ случаѣ одновременнаго приступа къ работамъ по сооруженію пути на всемъ его протяженіи,

---

*) Подробнѣе о строительныхъ матеріалахъ см. „Проектъ Камско-Иртышскаго воднаго пути. Отд. II. Изслѣдованія, ч. IV. Геологическій очеркъ. Отчетъ о буровыхъ работахъ“.

что весьма трудно предположить, или въ случаѣ шлюзованія въ первую очередь нижняго участка теченія рѣки Исети; но послѣдняго по соображеніямъ экономическаго характера, развитымъ въ проектѣ, трудно ожидать. Въ случаѣ устройства пути по Нижней Исети послѣ того, какъ будетъ сооруженъ водораздѣльный каналъ и будетъ шлюзована Верхняя Исеть, окажется экономически совершенно возможнымъ доставить по водному пути гранитъ и на этотъ участокъ.

Выборъ именно бутовой, а не бетонной кладки для сооруженія шлюзовъ обусловливается, главнымъ образомъ, экономическими соображеніями: стоимость 1 куб. саж. бутовой кладки на цементномъ растворѣ 1 : 3 опредѣляется по цѣнамъ проекта въ 125 р., тогда какъ стоимость 1 куб. саж. бетонной кладки — состава 1 : 3 : 6 въ 175 р.; такая значительная разница въ цѣнѣ объясняется главнымъ образомъ весьма высокой цѣной цемента, принятой въ проектѣ въ 7 р. 70 коп. за бочку *).

Наиболѣе отвѣтственныя части сооруженій, какъ, напримѣръ, основанія шлюзовъ, проектировались все же изъ бетона состава 1 : 3 : 6. Пониженіе проектной стоимости цемента предполагаемымъ устройствомъ казенныхъ цементныхъ заводовъ въ районѣ постройки, съ одной стороны, а съ другой стороны, примѣненіе для многихъ шлюзовъ пути бетона изъ гравія и гальки, при механическихъ способахъ его изготовленія, по всей вѣроятности, дадутъ возможность значительно увеличить количество бетонной кладки въ шлюзахъ за счетъ бутовой, не выходя изъ смѣты, составленной по описываемому проекту.

Примѣры заграничной практики гидротехническихъ работъ приводятъ къ заключенію, что при устройствѣ шлюзовъ въ большинствѣ случаевъ бетонной кладкѣ отдается преимущество передъ бутовой, въ особенности въ связи съ часто примѣняемымъ усиленіемъ

*) Единичныя цѣны проекта при ихъ разсмотрѣніи въ Техническомъ Бюро были значительно повышены, что еще болѣе увеличило относительную выгодность бута, хотя при исчисленіи стоимости бетона и были приняты болѣе дешевыя условія изготовленія щебня и самаго бетона механическими способами. Цѣна на цементъ была принята въ 8 руб. 20 коп. за бочку, стоимость 1 куб. саж. бутовой кладки на цементномъ растворѣ 1 : 3 — 148 руб., а стоимость бетона 1 : 3 : 6—204 руб.

бетона заложеніемъ въ него желѣзныхъ прутьевъ и полосъ. Только на однѣхъ крупныхъ работахъ, по шлюзованію рѣкъ Молдавы и Эльбы въ предѣлахъ Чехіи, всѣ шлюзы возводятся изъ бута. Франція, Германія и Сѣв.-Амер. Соед. Штаты на своихъ работахъ перешли къ бетону, и во многихъ отдѣльныхъ случаяхъ его примѣненія инженеры этихъ странъ приводятъ различныя соображенія техническаго характера въ защиту этой замѣны бута бетономъ. Въ данномъ случаѣ мы не останавливаемся на этихъ соображеніяхъ, имѣя въ виду, что въ слѣдующемъ за Камско-Иртышскимъ проектомъ проектѣ Черноморско-Балтійскаго воднаго пути гидротехническія сооруженія проектировались, главнымъ образомъ изъ бетона, используя опытъ и практику осуществленныхъ уже за границею подобныхъ сооруженій.

Принимая во вниманіе сдѣланныя выше замѣчанія, а также возможность съэкономить матеріалъ въ шлюзныхъ стѣнахъ, сооружая ихъ изъ бетона взамѣнъ бута, можно признать, что для цѣлей предварительнаго Камско-Иртышскаго проекта имѣлись нѣкоторыя основанія для примѣненія бутовой кладки въ качествѣ матеріала для шлюзовъ.

Матеріалы же этого проектированія представляютъ безусловный интересъ, въ особенности имѣя въ виду возможность сравнить ихъ съ данными, полученными при составленіи послѣдующихъ проектовъ, въ которыхъ предполагается примѣненіе другого матеріала.

Шлюзныя стѣны проектированы изъ кладки на цементномъ растворѣ, состава 1 : 3, въ бутъ было предположено ввести плотные доломитовые известняки, кварцитовые песчаники рѣки Чусовой, уральскіе и исетскіе граниты. Изслѣдованія, описаніе которыхъ приведено въ соотвѣтствующихъ частяхъ проекта, подтвердили прекрасныя строительныя качества этихъ матеріаловъ.

При выборѣ строительныхъ матеріаловъ заслуживаетъ еще вниманія вопросъ объ облицовочныхъ матеріалахъ. Рѣшеніе этого вопроса въ томъ или иномъ направленіи значительно отражается на стоимости шлюза. Въ заграничныхъ примѣрахъ устройства шлюзовъ въ мѣстахъ съ дорогимъ камнемъ мы находимъ большое примѣненіе кирпича-клинкера, въ качествѣ облицовочнаго матеріала.

Въ виду мало изученной возможности примѣненія для гидротехническихъ сооруженій, работающихъ въ русскихъ условіяхъ, кирпичной облицовки, а также въ виду недостаточнаго обслѣдованія мѣстныхъ матеріаловъ для выясненія, поскольку они пригодны для приготовленія облицовочнаго кирпича, въ смѣту проекта шлюзовъ Камско-Иртышскаго пути была введена стоимость каменной облицовки даже для Исетскихъ шлюзовъ въ мѣстности съ полнымъ отсутствіемъ строительнаго камня. При цѣнѣ камня, достигающей благодаря дорогой далекой перевозкѣ до 85 руб. за 1 куб. саж., замѣна камня кирпичемъ - клинкеромъ была бы вполнѣ экономична и цѣлесоотвѣтственна *).

Въ случаѣ примѣненія бетона для сооруженія стѣнъ шлюза, облицовка ихъ камнемъ уже становится вовсе не конструктивной и, кромѣ соображеній экономическаго характера надо отмѣтить еще, что употребленіе клинкерной облицовки дастъ внутреннимъ площадямъ стѣнъ болѣе гладкую, удобную для судовъ, поверхность.

Для устройства основаній примѣненъ бетонъ состава 1 : 3 : 6 изъ искусственнаго каменнаго щебня, хотя во многихъ мѣстахъ этотъ бетонъ можетъ быть изготовленъ гораздо дешевле изъ естественнаго гравія и гальки.

Водопроводныя галлереи выполняются также изъ бетона, но болѣе жирнаго состава 1 : 2 : 4.

Тутъ уже умѣстно отмѣтить, что проектируемое по сложившемуся обычаю устройство королей изъ весьма массивныхъ и дорогихъ камней врядъ ли оправдывается той работой, которая выпадаетъ на долю короля въ каменномъ шлюзѣ и короли могли бы

---

*) При проектированіи шлюзовъ для Черноморско - Балтійскаго воднаго пути съ этимъ вопросомъ намъ пришлось столкнуться въ еще большей его остротѣ, такъ какъ для этого пути на значительномъ протяженіи цѣна на камень чрезвычайно высока, превышая для нѣкоторыхъ участковъ пути 100 руб. Съ другой стороны, мѣстныя условія даютъ возможность разсчитывать получить хорошаго качества искусственный облицовочный матеріалъ. Для освѣщенія этого вопроса при проектированіи былъ собранъ обширный матеріалъ, характеризующій примѣненіе для облицовки гидротехническихъ сооруженій кирпича-клинкера за границей. Интересно отмѣтить, что даже если считать облицовку заграничнымъ клинкеромъ, то это окажется не дороже средней цѣны облицовки каменныхъ стѣнъ, принимавшейся въ нашихъ послѣднихъ гидротехническихъ проектахъ, т. е. около 30 руб. за 1 кв. саж.

быть выполнены дешевле изъ бетонной кладки, раціонально усилѐнной желѣзомъ.

При разсчетѣ шлюзныхъ стѣнъ были приняты слѣдующія основныя положенія:

Вѣсъ 1 куб. метра бутовой кладки . 2.400 клгрм.

Временная нагрузка на площадкѣ стѣнъ шлюза . . . . 400 клгрм. на кв. м.

Вѣсъ 1 куб. метра земляной засыпки (сырая насыпная земля Hütte ч. II стр. 200 изд. 2) . . . . 1.600 клгрм. *).

Уголъ естественнаго откоса засыпки . 30° *).

Прочное сопротивленіе сжатію кладки (бутовая кладка на цементномъ растворѣ— проф. Проскуряковъ, Строит. Механика, ч. I, стр. 39) . . . . 9 $\frac{\text{клгрм.}}{\text{кв. см.}}$

Предѣлъ безопаснаго давленія на грунтъ, очень твердый скалистый (проф. Бѣлелюбскій, Строит. Механика, отд. III, стр. 31) . . . . 7 $\frac{\text{клгрм.}}{\text{кв. см.}}$

Коэффиціентъ тренія кладки по кладкѣ и по скалистому основанію 0,76

При проектированіи было поставлено соблюденіе слѣдующихъ условій:

1) Прохожденіе кривой давленія въ средней трети швовъ кладки.

2) Превышеніе наименьшаго напряженія у смоченной грани стѣнъ надъ наибольшимъ давленіемъ воды у этой грани.

Наименьшая величина коэффиціентовъ устойчивости на опрокидываніе и скольженіе 1,5

---

*) Техническое Бюро нашло эти нормы, определяющія давленіе грунта на стѣны шлюза, неосторожно малыми и произвело повѣрочный разсчетъ спроектированныхъ сооруженій въ предположеніи вѣса 1 куб. м. засыпки въ 1.800 клгрм. и угла естественнаго откоса въ 25°.

Глава II.

Характеристика условій мѣстности.

Проектируемый водный путь между Камою и Иртышемъ пересѣкаетъ рядъ мѣстъ съ весьма разнообразными условіями, оказывающими значительное вліяніе на техническія стороны проекта.

Продольный профиль пути.

Одною изъ величинъ, вліяющихъ главнымъ образомъ, какъ на самый типъ шлюза, такъ и на его конструкцію, является паденіе въ шлюзѣ, измѣряемое разностью уровней воды въ бьефахъ верхнемъ и нижнемъ.

Идеальное рѣшеніе поставленнаго вопроса, въ смыслѣ приданія всѣмъ шлюзамъ нѣкотораго наивыгоднѣйшаго и одинаковаго паденія, въ данномъ проектѣ представляется недостижимымъ. Слишкомъ большое разнообразіе, какъ по уклонамъ, такъ и по характеру береговъ, даютъ отдѣльные участки Чусовой, Исети и Тобола.

На нижнемъ теченіи Чусовой и на Тоболѣ возможныя величины напоровъ колеблются между 1,5 и 2,0 саж.

На средней Исети, благодаря чрезвычайно низкимъ берегамъ, напоры въ 1,5 саж., требуютъ большихъ земляныхъ работъ и въ видахъ удешевленія проекта, да и по нѣкоторымъ чисто техническимъ соображеніямъ, здѣсь приходится считаться съ необходимостью пониженія напоровъ до 1,0 саж. и даже ниже.

Отдѣльные участки на Рѣшеткѣ и Исети обладаютъ весьма значительными сосредоточенными паденіями, доходящими на протяженіи полуверсты до 7 саженъ. Также въ скалистой части Чусовой въ ея среднемъ и отчасти верхнемъ теченіи явилась полная возможность сосредоточить у плотинъ значительные напоры до

6,8 саж. безъ боязни большихъ затратъ на возмѣщеніе убытковъ отъ затопленія высокихъ скалистыхъ береговъ, поросшихъ малоцѣннымъ лѣсомъ. Проектированію значительныхъ напоровъ на этихъ участкахъ пути также способствовали благопріятныя въ строительномъ отношеніи геологическія условія, дающія увѣренность въ прочности основанія для массивныхъ сооруженій и обѣщающія отсутствіе фильтраціи и дешевизну прекраснаго строительнаго матеріала. Очевидно, что здѣсь необходимо устройство сооруженій съ большими, сравнительно, напорами.

Примѣненіе шлюзовъ весьма большихъ паденій представляетъ, однако, нѣкоторыя неудобства. Главнымъ обстоятельствомъ, заставляющимъ осторожно относиться къ шлюзамъ большихъ паденій, является ихъ меньшая пропускная способность. Обстоятельство это на путяхъ съ значительнымъ числомъ шлюзовъ весьма существенно, ибо по шлюзу наибольшаго паденія, если конечно, не проектировать параллельныхъ шлюзовъ, опредѣляется пропускная способность всего пути. Уменьшеніе числа сооруженій, съ увеличеніемъ напоровъ, способствуетъ нѣкоторому сокращенію времени прохода судовъ по системѣ, но въ данномъ случаѣ, когда сокращеніе это весьма невелико по отношенію къ времени прохода всей системы, подобная экономія времени едва-ли можетъ оказаться существенной. Однако, современная техника постройки шлюзовъ, совершенствуя постепенно приспособленія для наполненія камеръ и для вводки и выводки судовъ, дѣлаетъ возможнымъ переходъ къ все большимъ и большимъ паденіямъ въ шлюзахъ. Въ послѣднее время уже встрѣчаются шлюзы, которые при паденіи въ 9 метровъ, позволяютъ пропускать суда съ достаточною скоростью, не уступая въ этомъ отношеніи прежнимъ шлюзамъ малыхъ паденій. Такимъ образомъ, примѣненіе подобныхъ, не слишкомъ большихъ паденій, повидимому, въ настоящее время слѣдуетъ признать цѣлесообразнымъ, такъ какъ такое рѣшеніе представляетъ, съ одной стороны, экономическія выгоды, благодаря избѣжанію глубокихъ и дорогихъ шахтенныхъ шлюзовъ, а съ другой—пропускная способность системы, въ случаѣ примѣненія напоровъ до 9 метровъ, не слишкомъ понижается, по сравненію съ шлюзами малыхъ паденій.



Рис. 1.
Начало горнаго участка р. Чусовой на 183 верстѣ.



Рис. 2.
Видъ съ камня „Высокаго“ на 305 в. р. Чусовой.

На основанiи изложеннаго въ проектѣ приняты шлюзы паденiемъ не свыше 4,5 саж. *).

Среднее паденiе, пришедшееся на одинъ шлюзъ, полученное раздѣленiемъ всего перепада, который надлежало преодолѣть для того, чтобы подняться съ уровня Камы до высоты Средняго Урала и вновь спуститься къ уровню водъ Иртыша, на общее число шлюзовъ, опредѣлилось въ 1,92 сажени. Число шлюзовъ съ паденiемъ, близкимъ къ этому среднему, значительно, но также значительны предѣлы колебанiя паденiй: высшiй, какъ указывалось, 4,5 саж. и низшiй 0,60 саж. **).

Принятiе за высшiй предѣлъ паденiя въ шлюзѣ 4,5 сажени обусловило проектированiе шлюзныхъ лѣстницъ у плотинъ съ напорами, превышающими эту величину. Не желая понижать пропускную способность пути устройствомъ многокамерныхъ шлюзовъ, составитель проекта остановился на устройствѣ лѣстничныхъ шлюзовъ съ разъѣздами между камерами.

Гидрологическiя условiя.

Различное распредѣленiе уклоновъ и амплитуда колебанiя горизонтовъ воды и ея расходовъ на различныхъ участкахъ рѣкъ, вошедшихъ въ составъ проектируемаго пути, также оказали свое влiянiе на типъ подпорныхъ сооруженiй.

Нижнее теченiе Чусовой и Тоболъ своими характерными чертами долинныхъ рѣкъ обусловили проектированiе разборныхъ плотинъ и затопляемыхъ весною шлюзовъ.

Горные участки Чусовой и Исети пришлось шлюзовать глу-

---

*) Современная практика устройства обыкновенныхъ шлюзовъ значительныхъ паденiй указываетъ на величины близкiя къ принятой въ проектѣ, такъ, напримѣръ, на Берлинъ-Штетинскомъ водномъ пути устроена лѣстница изъ шлюзовъ, имѣющихъ паденiе 9 метровъ каждый, а также при переустройствѣ Дортмундъ-Эмскаго канала рядомъ съ двумя старыми шлюзами устраивается новый съ паденiемъ въ 8,6 метровъ.

При составленiи слѣдующихъ проектовъ Камско-Иртышскаго воднаго пути представится безусловно необходимымъ спроектировать и шлюзы еще болѣе значительнаго паденiя, но уже шахтеннаго типа, на строящихся заграничныхъ водныхъ путяхъ уже имѣются примѣры шлюзовъ съ паденiемъ въ 14 метровъ (шлюзы Средне-Германскаго канала въ Генрихенбургѣ и Минденѣ) и 18 м. (Мазурскiе каналы въ Восточной Пруссiи). На это обстоятельство обращало вниманiе составителя исполнительнаго проекта и Техническое Совѣщанiе.

**) См. приложенный въ концѣ книги продольный профиль проектируемаго пути.

Рис. 3.

Р. Исеть у „Перебора“ на 730 верстѣ отъ устья Чусовой. На протяженiи 250 саж. паденiе уровня воды составляетъ 7 саженъ.



хими плотинами, поднявшими подпорные горизонты выше стоянія самыхъ высокихъ водъ и шлюзы при этихъ плотинахъ сдѣлались незатопляемыми.

Планъ пути.

Извилистость рѣкъ, ширина русла, какъ меженнихъ, такъ и высокихъ водъ и высота береговъ рѣчной долины явились факторами при выборѣ мѣстъ для расположенія шлюза. О типахъ расположенія шлюзовъ въ планѣ мы говоримъ подробно нѣсколько ниже, здѣсь же приводимъ нѣсколько фотографій, характеризующихъ условія этого расположенія.

Широкая въ своемъ нижнемъ теченіи Чусовая, протекающая въ низкихъ берегахъ, дала легкія условія для выбора мѣстъ подъ шлюзы. Рисунокъ 1, изображающій мѣсто при выходѣ Чусовой изъ ея горнаго участка, даетъ представленіе о мѣстности, гдѣ расположено сооруженіе № 10, состоящее изъ плотины и двухъ шлюзовъ, соединенныхъ разъѣздомъ въ промежуточномъ между ними бьефѣ.

Больше затрудненій представилось на среднемъ теченіи Чусовой; весьма характернымъ является видъ участка рѣки на 305 верстѣ отъ устья Чусовой, гдѣ по условіямъ проектируемаго профиля шлюзованной системы, въ мѣстѣ, закрѣпленномъ самою природою, хотя и не слишкомъ удобномъ, приходится проектировать плотину и шлюзъ (рис. 2).

Весьма интересно мѣсто на Исети у такъ называемаго «Перебора», гдѣ рѣка на протяженіи $^1/_2$ версты имѣетъ паденіе около 7 саженъ и гдѣ по проекту предположено расположить два подпорныхъ сооруженія (рис. 3).

Рисунки 4 и 5 даютъ понятіе о рѣкѣ Исети, вышедшей уже изъ предѣловъ своего горнаго верхняго теченія.

Грунтовыя условія.

При значительномъ протяженіи пути и разнохарактерности мѣстныхъ условій его отдѣльныхъ участковъ проектировщику пришлось встрѣтиться съ большимъ разнообразіемъ и въ отношеніи грунтовыхъ данныхъ, отъ которыхъ всецѣло зависитъ проектъ основаній и фундаментовъ сооруженій, а часто и самая возможность примѣнить тотъ или иной типъ.



Рис. 4.
Среднее теченіе р. Исети.



Рис. 5.
Р. Исеть выше г. Далматова.

Насколько скалистые грунты горныхъ участковъ Чусовой и Исети облегчили проектированіе основаній подъ шлюзы, расположенные въ предѣлахъ этихъ участковъ, настолько илистые пески Тобола, залегающіе мѣстами на столь значительную глубину, что глубокимъ буреніемъ, проникшимъ на 12 саженъ, материкъ не былъ обнаруженъ, выдвинули вопросъ о созданіи прочныхъ основаній, предохраняющихъ шлюзъ отъ фильтраціи, на первое мѣсто по своей серьезности.

Тяжелые песчано-глинистые и гравелистые грунты нижняго теченія Чусовой явились промежуточными между этими противоположностями.

Глава III.

Устройство подходовъ къ шлюзамъ.

Въ особую группу сооруженій, тѣсно связанныхъ со шлюзами, могутъ быть отнесены сооруженія, обслуживающія судно передъ самымъ его шлюзованіемъ и сейчасъ же вслѣдъ за нимъ.

Этой группѣ сооруженій возможно дать названіе «подходы къ шлюзамъ» и въ ея составъ войдутъ каналы, въ случаѣ ихъ необходимости, направляющія дамбы, эстакады и соотвѣтствующія мѣстнымъ условіямъ укрѣпленія дна и откосовъ передъ шлюзами.

Расположеніе подходовъ въ планѣ.

Расположеніе въ планѣ подходовъ къ шлюзамъ зависитъ отъ того, которому изъ судовъ, входящему въ шлюзъ, или выходящему изъ него, дать предпочтеніе въ смыслѣ предоставленія большихъ удобствъ.

На практикѣ германскихъ водныхъ путей этотъ вопросъ разрѣшается разно. На большинствѣ каналовъ передъ шлюзомъ устраивается уширеніе входного канала, развивающееся у многихъ шлюзовъ въ гавань, таковы, напримѣръ, подходы къ шлюзамъ на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ и у большинства шлюзовъ воднаго пути Одеръ-Шпрее. Въ этомъ случаѣ расположеніе этого уширенія по отношенію къ шлюзу всецѣло зависитъ отъ мѣстныхъ условій и требованій пристанского устройства.

На каналѣ Рейнъ-Герне парные шлюзы расположены (рис. 6) сообразно съ мѣстными условіями, имѣющими свои отличительныя

свойства *), не рядомъ, а одинъ за другимъ, но передъ каждымъ шлюзомъ устраивается уширеніе на помѣщеніе въ подходномъ каналѣ въ рядъ трехъ судовъ, при чемъ оси шлюзовъ и подходныхъ каналовъ расположены такъ, что преимущественныя удобства предоставлены всецѣло выходящему изъ шлюза судну, которое не должно отклоняться сейчасъ же въ сторону при выходѣ изъ шлюза въ каналъ, а можетъ слѣдовать нѣкоторое время по прямой. Такое удобство окупается необходимостью отклонять эстакаду подъ значительнымъ угломъ къ оси канала и шлюза и тѣмъ самымъ затруднять вводку судна въ шлюзъ; въ особенности этотъ уголъ былъ бы значителенъ

ПЛАНЪ ПАРНЫХЪ ШЛЮЗОВЪ КАНАЛА RHEIN HERNE.

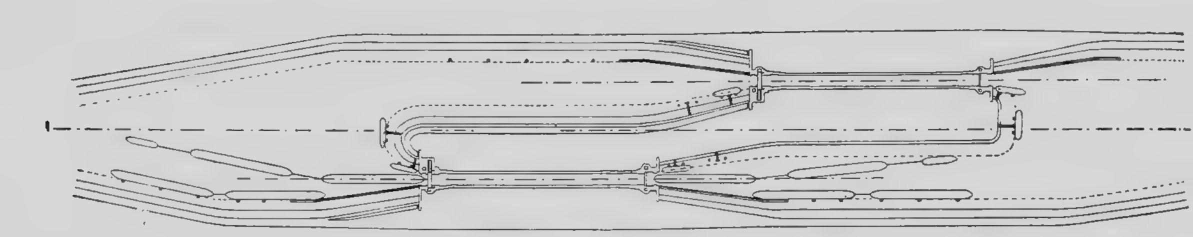


Рис. 6.

при нашихъ широкихъ, въ сравненіи съ германскими, баржахъ. За подобное устройство можетъ говорить слѣдующее соображеніе: вводка производится по эстакадѣ при помощи механическихъ приспособленій или въ ручную, а выводка можетъ быть произведена буксирнымъ пароходомъ. Для шлюзовъ канала Рейнъ-Герне послѣднее легко можетъ быть предположено, такъ какъ камеры шлюзовъ этого канала имѣютъ полезную длину въ 165 метровъ, разсчитанную на помѣщеніе въ шлюзѣ одновременно двухъ, 80-метровой длины, судовъ. Движеніе по каналу предполагается монопольнымъ государственнымъ и потому шлюзовать буксирные пароходы не предполагается.

*) Каналъ Рейнъ-Герне проводится въ мѣстности каменноугольныхъ копей Вестфаліи; вслѣдствіе этого ожидаются значительныя осадки почвы подъ сооруженіями. Изъ предосторожности всѣ отвѣтственныя сооруженія канала дѣлаются парными и возводятся въ отдаленіи другъ отъ друга.

Другой принципъ положенъ въ основаніе расположенія подхода къ шлюзу на каналѣ Тельтовъ у Махнова, гдѣ все преимущество предоставлено входящимъ судамъ, для чего эстакада параллельна оси шлюза. Шлюзы парные и при спеціализаціи ихъ для движенія въ опредѣленную сторону особыхъ неудобствъ не возникаетъ, а вводка и выводка могутъ быть удобно производимы механическими тележками, бѣгающими по эстакадамъ.

Какъ видно изъ чертежа (рис. 7), изображающаго подходы къ Махновскому шлюзу на каналѣ Тельтовъ, неудобство для выходящихъ судовъ уменьшается устройствомъ весьма длинныхъ эстакадъ и значительнымъ уширеніемъ подходныхъ каналовъ.

Среднимъ между двумя вышеописанными пріемами устройства подходныхъ каналовъ и расположенія въ нихъ эстакадъ является примѣръ подходовъ къ шлюзу у Ленитцъ на недавно открытомъ для судоходства Берлинъ - Штетинскомъ водномъ пути (рис. 8). Эстакады у этого шлюза расположены съ небольшимъ уклономъ къ продольной оси шлюза и судамъ, идущимъ въ шлюзъ и изъ него, приходится нѣсколько отклоняться отъ этой оси.

Выборъ того или иного расположенія эстакадъ и подходныхъ каналовъ естественно находится въ связи съ предположеніями о способахъ вводки и выводки судовъ въ шлюзъ и изъ него. Проектомъ и смѣтою Камско-Иртышскаго пути предусматривается сооруженіе механическихъ приспособленій для движенія судовъ передъ шлюзами и въ нихъ.

При проектированіи подходовъ къ шлюзамъ Камско-Иртышскаго пути предположено было не давать преимущественныхъ удобствъ, какъ входящему, такъ и выходящему судамъ, а отклонить эстакаду на незначительный уголъ, такъ, чтобы суда, идущія въ оба направленія, должны были бы при проходѣ подходнаго канала отклоняться отъ оси шлюза на одинаковыя разстоянія, равныя 4,75 сажени въ концѣ подходнаго канала, имѣющаго ширину по дну 19 саж., необходимую для помѣщенія рядомъ 2 судовъ, шириною по 7,5 саж. *). Такое расположеніе (рис. 9) имѣетъ

*) При проектированіи Черноморско-Балтійскаго воднаго пути имѣлась возможность болѣе подробно разработать схемы устройства подходовъ къ шлюзамъ и иллюстрировать ихъ примѣрами существующихъ водныхъ путей русскихъ и заграничныхъ; въ результатѣ этого изслѣдованія были спроектированы подходы, очень близкіе по своей схемѣ къ типамъ Камско-Иртышскаго проекта.

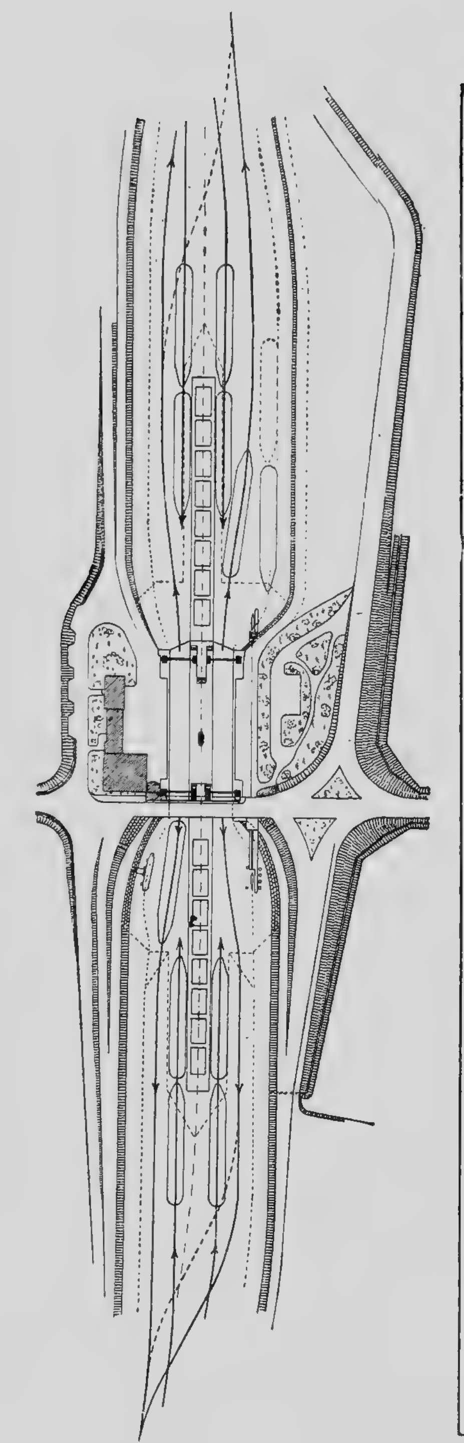


Рис. 7.

Расположеніе шлюза у Леницъ.

Эстакада

Палы

Верхняя гавань на 4 судна въ рядъ

85.00

N.

Причальныя тумбы

Нижняя гавань на 4 судна въ рядъ

Озеро Леницъ

Рис. 8.

въ виду, что камеры шлюзовъ разсчитаны на помѣщеніе либо одной 50-саж. баржи, либо 40-саженной съ буксирнымъ пароходикомъ, такъ что для выводки перваго судна можетъ потребоваться использованіе эстакады, а второе можетъ быть выведено при помощи буксира; вслѣдствіе этого было бы неудобно отклонять эстакаду на уголъ, вдвое большій принятаго въ настоящемъ проектѣ, что потребовалось бы при ширинѣ канала по дну въ 28,5 саж. или въ случаѣ принятія схемы расположенія шлюзовъ канала Рейнъ—Герне.

Приведенныя соображенія остались въ силѣ и послѣ увеличенія Техническимъ Бюро полезной длины камеры шлюзовъ до 68 саж.

На существующихъ искусственныхъ русскихъ водныхъ путяхъ

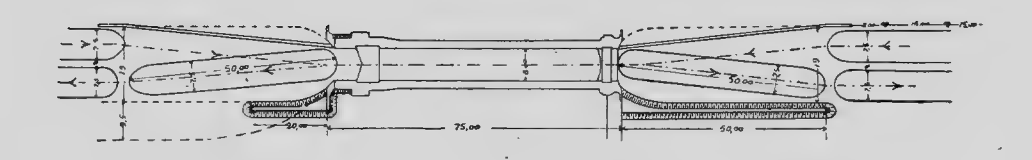


Рис. 9.

и проектировавшихся за послѣднее время вводка и выводка судовъ производится вручную или при помощи буксирнаго парохода.

На Маріинской и Москворѣцкой системахъ головныя части шлюзовъ ограждены съ обѣихъ сторонъ «палами»—эстакадами изъ дерева, служащими для облегченія направленія судна въ шлюзъ и обоюднаго ихъ предохраненія отъ поврежденій, вполнѣ возможныхъ при принятыхъ способахъ вводки и выводки судовъ. (Рис. 10 и 11).

Шлюзы Камско-Иртышскаго воднаго пути было предположено оборудовать механическими приспособленіями для тяги по нимъ судовъ; поэтому устройство 4 «палъ» маріинскаго типа явилось излишнимъ, но потребовалось сооруженіе двухъ эстакадъ, имѣющихъ длину, нѣсколько большую длины типового



Рис. 10.
Марiинская система. Подходъ къ шлюзу изъ верхняго бьефа.



Рис. 11.
Р. Москва. Подходъ къ шлюзу изъ нижняго бьефа.

судна, и предназначенныхъ для движенія по нимъ механическихъ телѣжекъ, за которыми пойдутъ суда въ шлюзъ и изъ него.

Условія мѣстности для многихъ шлюзовъ, расположенныхъ въ рѣкѣ, потребовали устройства подходныхъ каналовъ въ выемкѣ; для тѣхъ же шлюзовъ, для которыхъ выемка оказалась излишней, подходные каналы, образованные со стороны рѣки направляющими дамбами, имѣютъ ширину, всецѣло зависящую отъ мѣстныхъ условій.

Въ виду принятаго для всѣхъ шлюзовъ проектируемаго воднаго пути расположенія ихъ цѣликомъ въ нижнемъ бьефѣ, входъ въ шлюзъ со стороны верхняго бьефа въ общемъ случаѣ располагается у самой плотины.

Чтобы улучшить условія входа судовъ въ шлюзы, предположено образовать передъ шлюзомъ защищенное отъ теченія водное пространство; для этой цѣли проектируются съ рѣчной стороны направляющія дамбы въ верхнемъ бьефѣ длиною 50 саженъ и въ нижнемъ бьефѣ 20 саженъ.

При расположеніи шлюза въ рѣкѣ, въ случаяхъ, когда ближайшія части прилегающихъ къ шлюзу бьефовъ могутъ сами служить бассейнами для остановки въ нихъ судовъ, подходы ограничиваются по своей длинѣ въ каждую сторону длиною типового судна; въ тѣхъ же случаяхъ, когда такихъ бассейновъ не имѣется, обычно въ нижнемъ бьефѣ большинства рѣчныхъ шлюзовъ и въ обоихъ бьефахъ всѣхъ канальныхъ шлюзовъ, подходный каналъ развивается еще на длину одного типового судна и по ширинѣ на помѣщеніе третьяго типового судна.

Въ подходахъ къ одиночнымъ шлюзамъ водораздѣльнаго канала проектировались разъѣзды длиною въ 150 саж., разсчитанные на помѣщеніе трехъ судовъ, при чемъ переходъ отъ уширенной части къ нормальной сдѣланъ на протяженіи 50 саженъ.

Шлюзныя лѣстницы.

Устройство шлюзныхъ лѣстницъ: трехъ на участкѣ средняго теченія рѣки Чусовой и трехъ на водораздѣльномъ, потребовало разработки особыхъ подходовъ къ этимъ шлюзамъ. Для устройства шлюзныхъ лѣстницъ, состоящихъ изъ шлюзовъ, раздѣленныхъ разъѣздными каналами и замѣняющихъ многокамерные шлюзы, было раз-

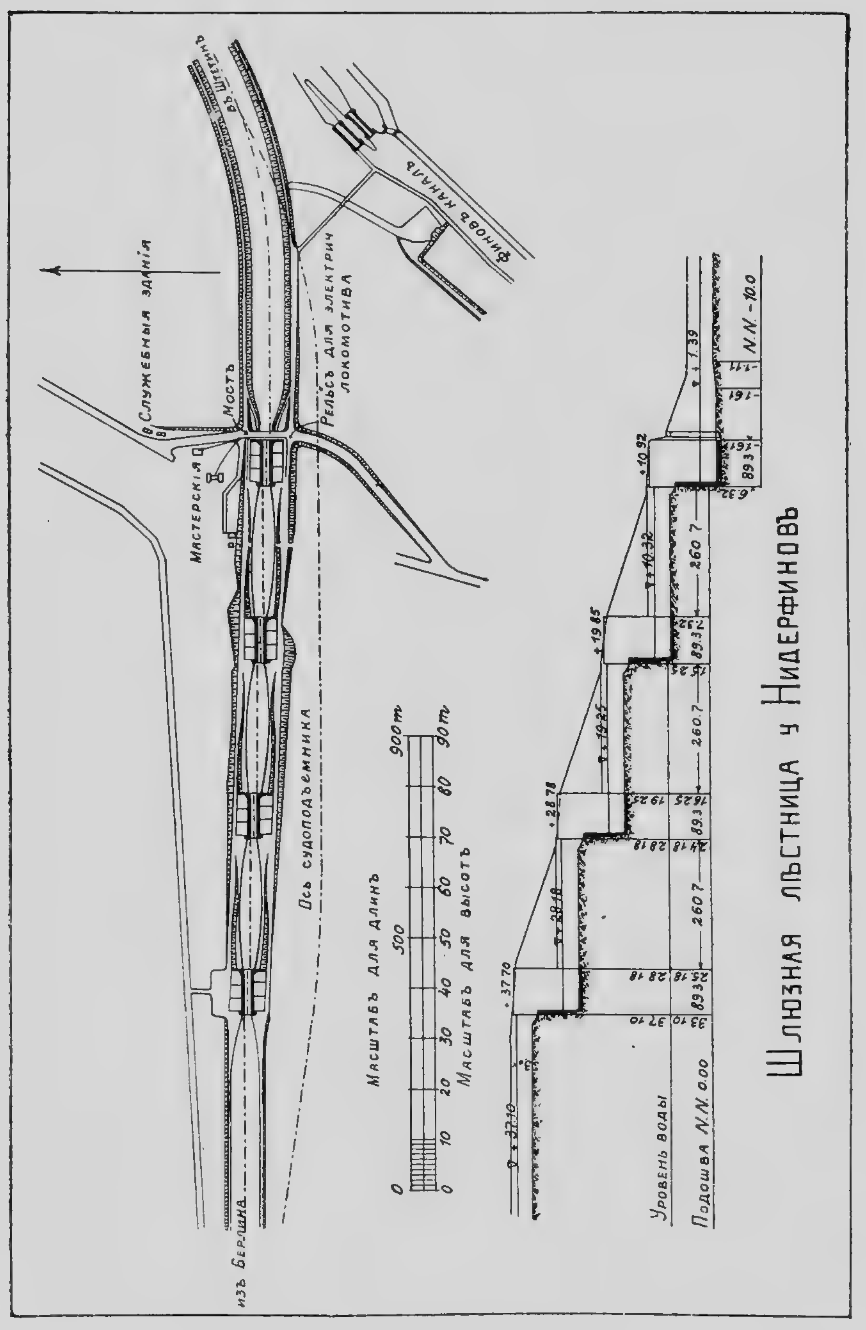

Шлюзная лѣстница у Нидерфиновъ
въ Штетинъ
Финовъ каналъ
Служебныя зданія
Мостъ
Мастерскія
Рельсъ для электрич локомотива
Ось судоподъемника
Масштабъ для длинъ
Масштабъ для высотъ
изъ Берлина
Уровень воды
Подошва N.N. 0.00
N.N. -10.0

Рис. 12.

работано двѣ схемы, одна, примѣненная на средней Чусовой, другая—на водораздѣлѣ.

Въ основу первой схемы было положено устройство лѣстницы изъ четырехъ шлюзовъ на Берлинъ-Штеттинскомъ водномъ пути у деревни Нидерфиновъ (рис. 12). Оси шлюзовъ, составляющихъ лѣстницу, сдвинуты относительно другъ друга въ одну сторону на 11 метровъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы судно послѣ скрещенія въ разъѣздѣ съ идущимъ ему навстрѣчу могло бы войти въ шлюзъ по прямой линіи. Другой особенностью подходовъ къ этимъ шлюзамъ является отсутствіе эстакадъ, что возможно только при разсчетѣ на весьма правильное движеніе судовъ за буксирующимъ электрическимъ локомотивомъ. Бечевники лѣстницы оборудованы зигзагообразными уклонными путями, дающими возможность проводки судна черезъ всѣ четыре шлюза однимъ и тѣмъ же электровозомъ, переходящимъ съ уровня одного бьефа на уровень другого во время шлюзованія судна.

Основные размѣры разъѣзда для шлюзныхъ лѣстницъ Камско-Иртышскаго воднаго пути были приняты слѣдующіе: длина 180 саж., что получается изъ тройной длины судна, увеличенной въ запасъ на 30 саж., ширина по дну въ 28,5 саж. разсчитана на помѣщеніе 3 судовъ рядомъ, шириною 7,5 саж. *).

Эти размѣры разъѣзда опредѣлились не только изъ условій удобства прохода судовъ черезъ разъѣздъ, но и приданіемъ бассейну такого объема, безъ значительнаго углубленія верхнихъ королей, чтобы имѣть возможность наполнить камеру нижележащаго шлюза изъ разъѣздного бассейна или выпустить въ него сливную призму вышележащаго шлюза, не давая уровню воды промежуточныхъ бьефовъ значительныхъ колебаній, такъ какъ приспособленій для питанія нижележащихъ шлюзовъ непосредственно изъ верхняго бьефа помимо верхнихъ шлюзовъ на Камско-Иртышскихъ лѣстницахъ не проектировалось. По типу разъѣзда, принятаго на средней Чусовой для удобства вводки и выводки судна, оси шлюзовъ сдвинуты относительно другъ друга на 9,5 саж., ось же

---

*) Вслѣдствіе увеличенія длины камеры Техническимъ Бюро, эти размѣры также должны быть соотвѣтственно увеличены.

канала проходитъ по серединѣ между осями шлюзовъ. Благодаря такому расположенію шлюзовъ возможно сохранить тѣ же условія расположенія эстакадъ, которыя были соблюдены въ подходѣ къ одиночному шлюзу, а слѣдовательно, и тѣ же условія вводки и выводки судовъ.

Примѣромъ описаннаго расположенія шлюзовъ можетъ служить планъ сооруженія № 10 на участкѣ средняго теченія рѣки Чусовой нѣсколько выше Чусовского завода (рис. 13).

У плотины № 10 сосредоточенъ напоръ въ 6,70 саженъ, распредѣленный между двумя шлюзами: № 10ª съ паденіемъ въ 3,30 саж. и № 10б — въ 3,40 саж.

Водораздѣльный бьефъ соединительнаго канала былъ ограниченъ шлюзами, имѣющими наибольшее паденіе въ 2 сажени, исходя изъ условій питанія этого участка пути изъ водохранилища. Крутой склонъ на востокъ потребовалъ сосредоточить значительные перепады, а послѣднее вызвало устройство также шлюзныхъ лѣстницъ, въ которыя соединялось до 4 шлюзовъ, имѣющихъ каждый по 2 сажени паденія.

Въ основу расположенія шлюзовъ въ лѣстницу было положено совпаденіе осей всѣхъ шлюзовъ съ осью канала. Разъѣзды между лѣстничными шлюзами водораздѣльнаго участка, проектированные инженеромъ И. Л. Козубовскимъ, имѣютъ также длину 180 саж. и ширину 28,5 саж.; благодаря этой ширинѣ судно можетъ свободно пройти между двухъ судовъ, стоящихъ у береговъ разъѣзда или же могутъ свободно разойтись два встрѣчныхъ судна при одномъ, стоящемъ у берега. Такимъ образомъ, въ проектируемомъ разъѣздѣ возможны разъѣзды встрѣчныхъ и обгонъ судовъ одного направленія. Одновременно въ разъѣздѣ можетъ помѣститься четыре баржи нормальнаго типового размѣра и два буксирныхъ парохода.

Оси смежныхъ шлюзовъ расположены на одной прямой, а ось разъѣзда повернута на небольшой уголъ къ оси шлюзовъ. При такомъ расположеніи для судна представляется возможность:

1) если въ разъѣздѣ нѣтъ встрѣчныхъ судовъ, двигаться безъ поворотовъ по оси шлюзовъ;

2) если есть встрѣчное судно, то двигаться по криволинейной траекторіи, уступая мѣсто этому судну;

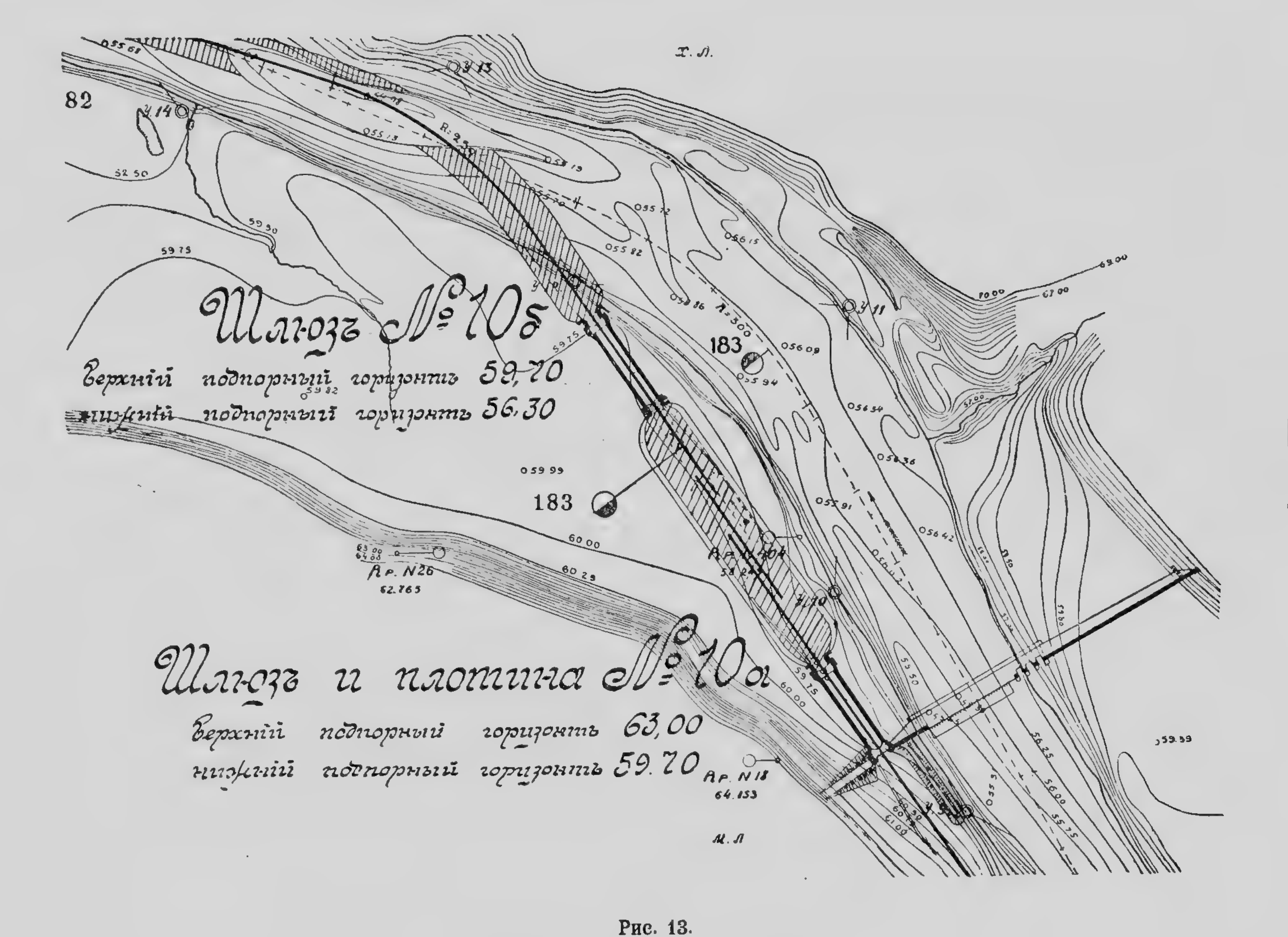


Рис. 13.

Шлюзная лѣстница сооруженія № 10.

3) благодаря тому, что судно, выходящее изъ шлюза, отодвигается сейчасъ же послѣ выхода въ сторону, сокращается время на ожиданіе встрѣчнаго судна *).

Совѣщаніе, разсматривавшее проектъ, отмѣтило, что водораздѣльный типъ разъѣзда является сравнительно съ Чусовскимъ болѣе удобнымъ для слѣдованія по нему одного судна, а при встрѣчѣ не представляющимъ особыхъ затрудненій **).

Чертежъ съ планомъ двухъ лѣстничныхъ шлюзовъ водораздѣльнаго участка № 43 и № 44 иллюстрируетъ описанную схему (рис. 14). На этомъ же чертежѣ пунктирною линіею показано возможное развитіе устройства въ случаѣ сооруженія парныхъ шлюзовъ, имѣющихъ такіе же размѣры, какъ и нынѣ проектированные.

Условія нижняго теченія Чусовой дали возможность соблюсти обусловленныя выше соображенія безъ особыхъ стѣсненій. Ширина рѣки позволяла расположить всѣ сооруженія въ ея руслѣ, какъ это и было предусмотрѣно первоначальнымъ варіантомъ расположенія Нижне-Чусовскихъ сооруженій, но затѣмъ, имѣя въ виду необходимость соблюдать въ предварительномъ проектѣ осторожность въ сторону запаса въ исчисленіи стоимости его осуществленія, былъ принятъ второй варіантъ, по которому шлюзы были вдвинуты въ берегъ, въ выемку. Такое расположеніе шлюзовъ можетъ представить значительныя удобства для производства работъ по ихъ сооруженію и удаляетъ входы въ шлюзъ отъ плотины (рис. 15).

Условія средняго теченія Чусовой для многихъ мѣстъ оказались болѣе стѣснительными для удобнаго расположенія сооруже-

---

*) По мнѣнію составителя настоящаго выпуска описанія Камско-Иртышскаго проекта, третье преимущество разъѣзда водораздѣльнаго типа врядъ ли достижимо на практикѣ, такъ какъ боковое движеніе въ сторону баржи, имѣющей большую массу на короткомъ разстояніи, едва ли возможно и поэтому ожиданіе для входящаго въ шлюзъ судна не сократится по сравненію съ обычнымъ симметричнымъ развитіемъ подходнаго канала у шлюза.

**) Совѣщаніе высказалось за необходимость развитія площади разъѣзда, имѣя въ виду увеличеніе сливной призмы вслѣдствіе принятаго удлиненія шлюзовъ съ 53 саж. до 68 саж. Это развитіе было предложено сдѣлать, увеличивая ширину разъѣздовъ, принимая во вниманіе, что ширина 28,5 саж. для 3 судовъ представляется нѣсколько малой. Предѣльная ширина разъѣзда могла бы, по мнѣнію Совѣщанія, быть равной 50 саж.

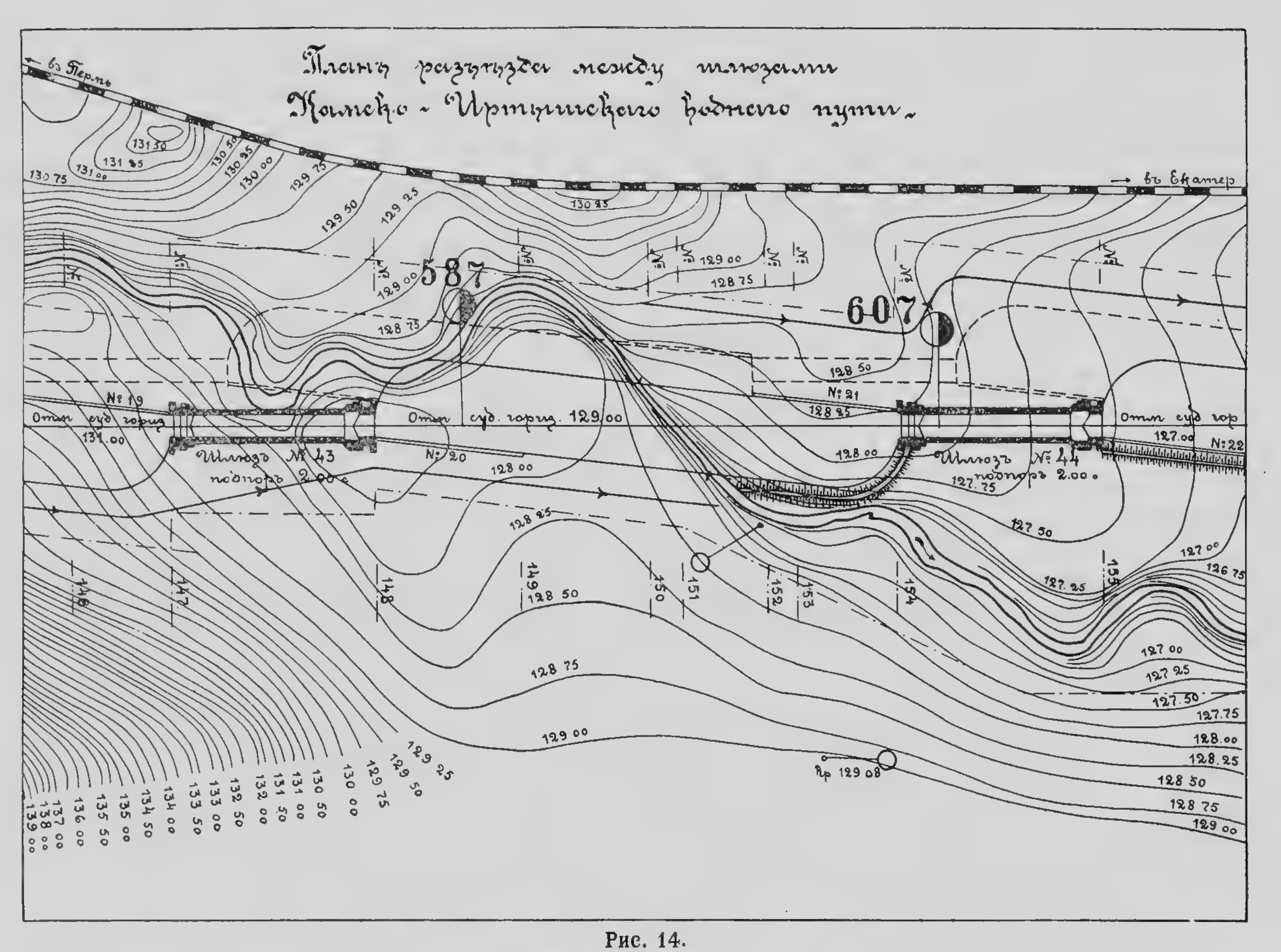


Рис. 14.
Лѣстница шлюзовъ на участкѣ „Водораздѣлъ“.

ній. Весьма характернымъ является расположеніе шлюза № 16 у Кыновскаго завода (рис. 16), упоминавшееся уже выше и иллюстрированное фотографіей, снятой съ прилегающаго участка рѣки, на которомъ надлежало поставить подпорное сооруженіе (рис. 1).

Планъ расположенія одного изъ шлюзовъ верхняго участка Исети, приведенный на рис. 17, характеризуетъ использованіе мѣстныхъ условій, созданныхъ существующими мельничными плотинами, поддерживающими незначительный подпоръ и пропускающими небольшіе расходы Исети. Часто на этомъ участкѣ Исети приходилось изъ-за полнаго недостатка мѣста на ея берегахъ, совершенно застроенныхъ мельничными усадьбами и селеніями до урѣза воды, располагать шлюзы посерединѣ мельничныхъ прудовъ, или пользоваться отмелями и островками.

Для шлюзовъ у затопляемыхъ плотинъ нижняго и средняго теченій р. Исети принятъ типъ подходовъ, образованныхъ дамбами, ограждающими шлюзъ отъ затопленія высокими водами. Подходные каналы имѣютъ уже на разстояніи 10 саж. отъ шлюза ширину по дну въ 28,5 саж. (рис. 18) *).

Поперечный профиль каналовъ.

Поперечный профиль для подходныхъ каналовъ принятъ одинаковымъ для всего проектируемаго пути, въ предположеніи, что каналъ цѣликомъ проходитъ въ землистыхъ грунтахъ, что дало безусловный неучтенный при составленіи смѣтъ запасъ **). Какъ видно изъ прилагаемаго чертежа (рис. 19), ломаная линія откосовъ канала, имѣющаго принятый въ проектѣ ложбинообразный профиль, можетъ быть замѣнена прямою уклона 1 : 3, съ сохраненіемъ приблизительно того же отношенія около 4, живого сѣченія канала къ миделю судна, поэтому для упрощенія подсчетовъ земляныхъ работъ въ

*) Совѣщаніе, въ общемъ, одобрило принятое въ проектѣ расположеніе шлюзовъ въ выемкѣ берега, обративъ свое вниманіе на возможность улучшенія въ нѣкоторыхъ случаяхъ подходовъ къ шлюзу, къ чему и были указываемы соотвѣтствующіе варіанты. (См. Журналъ Совѣщанія по разсмотрѣнію проекта Волго-Сибирскаго воднаго пути между Камою и Иртышемъ ч. II).

**) Совѣщаніе въ виду дѣйствительно трудныхъ условій размѣщенія сооруженій, согласилось съ принятой въ 19 саж. шириной канала по дну, но считало, что, тѣмъ не менѣе, нужно предвидѣть во время эксплоатаціи пути увеличеніе уширенія у самаго шлюза для остановки въ немъ третьяго судна.

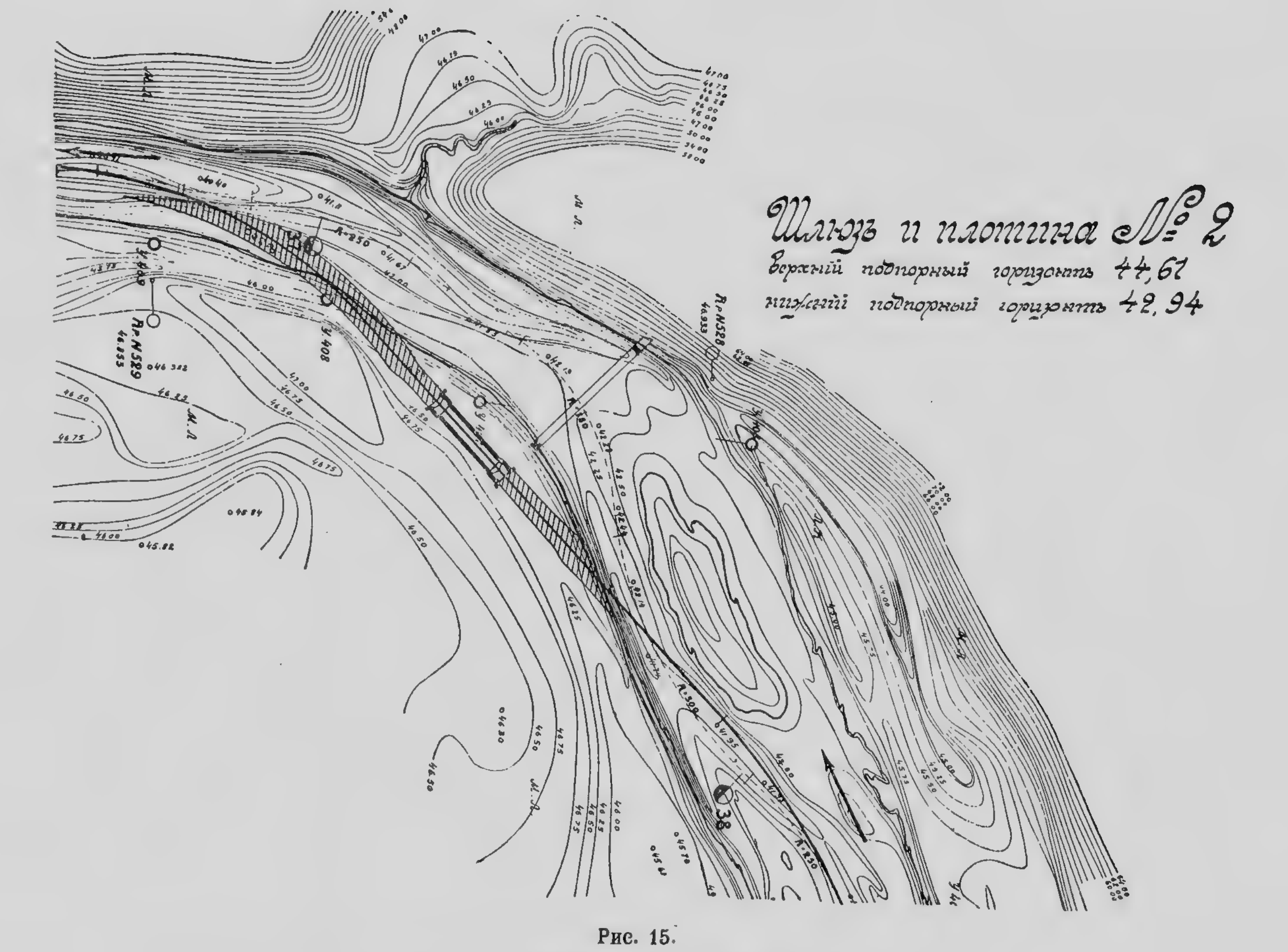


Рис. 15.

Типъ расположенія шлюзовъ на участкѣ „Нижняя Чусовая“.

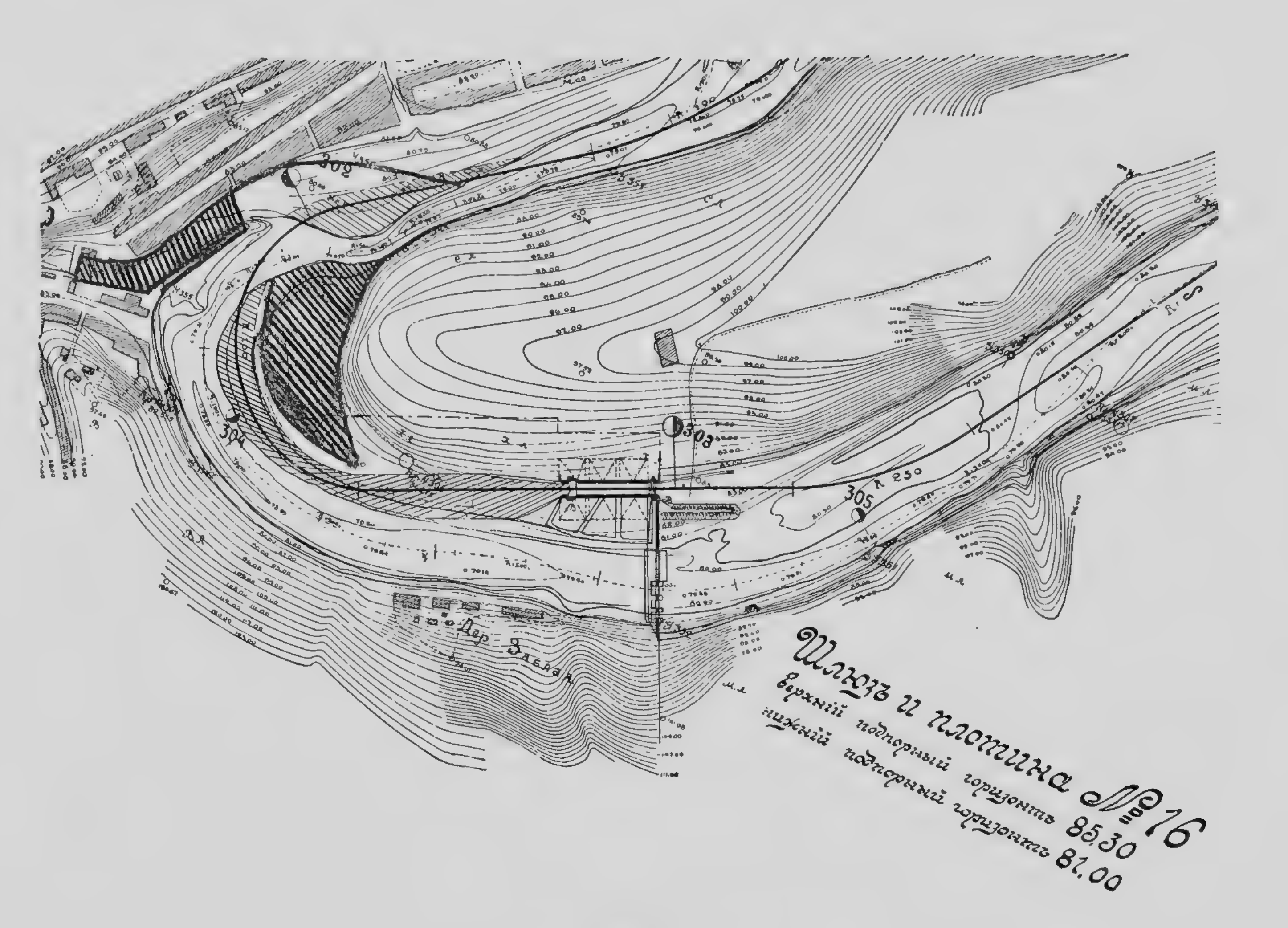


Рис. 16.
Расположеніе шлюза сооруженія № 16.

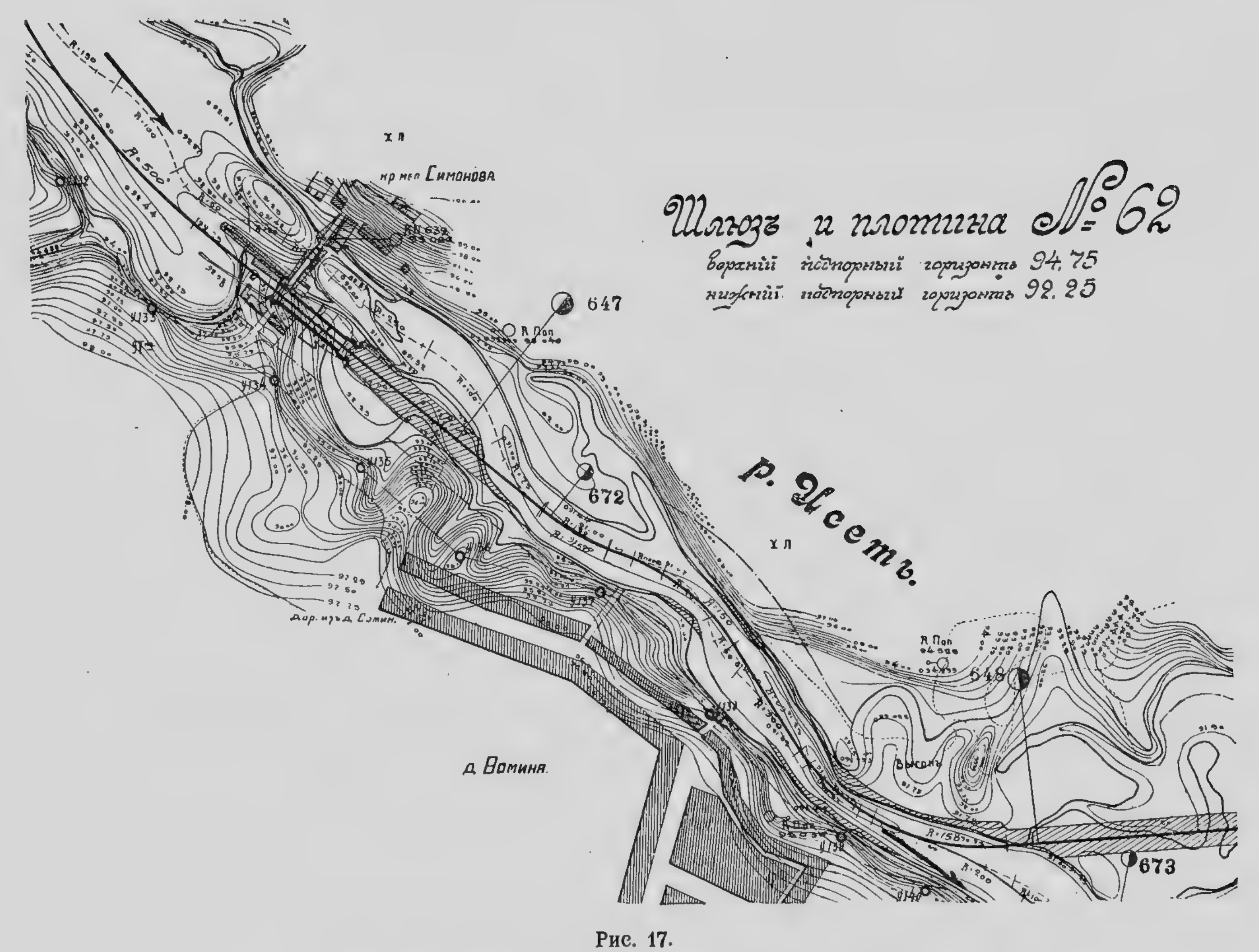


Рис. 17.
Типъ расположенія шлюзовъ на участкѣ „Верхняя Исеть“.

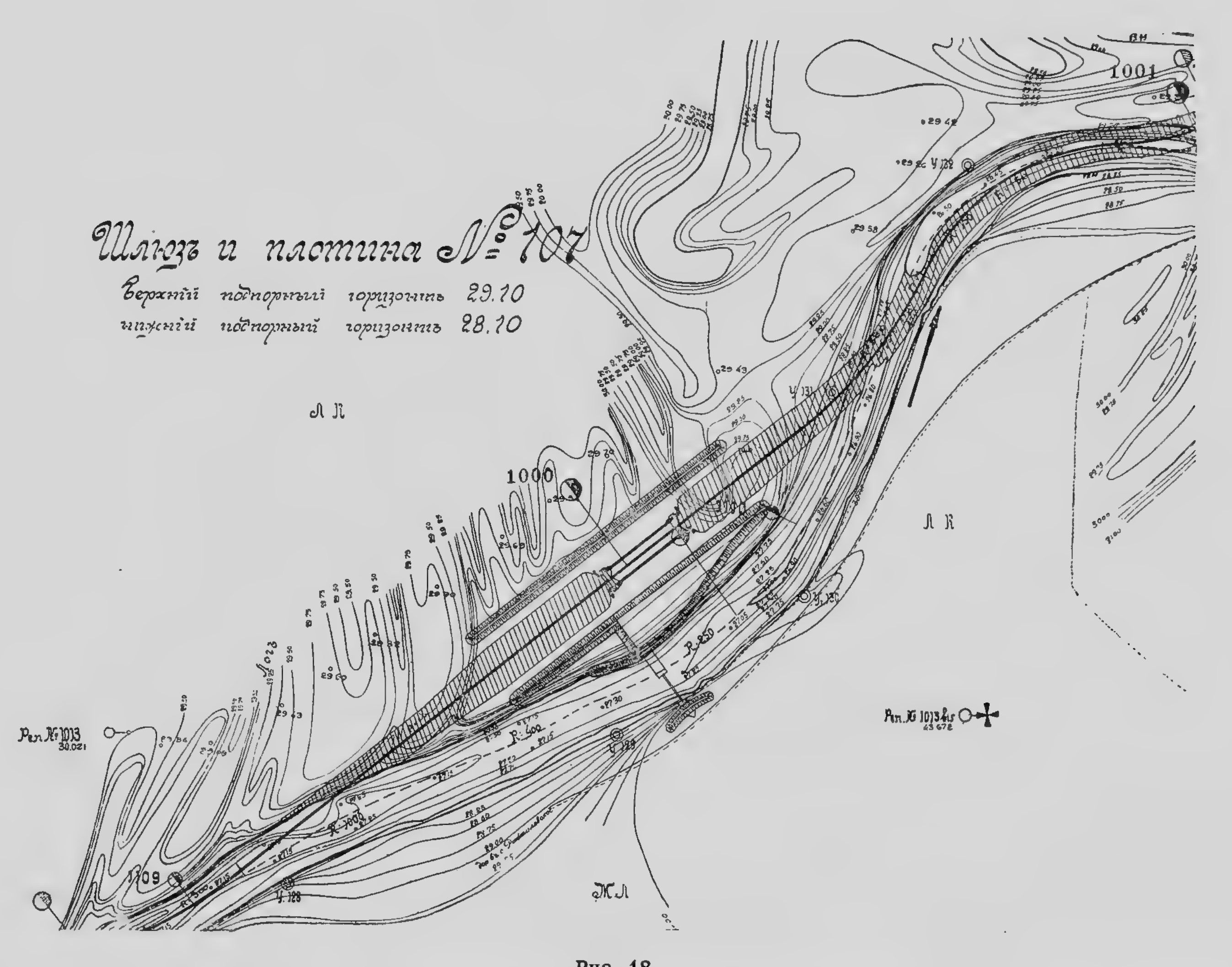
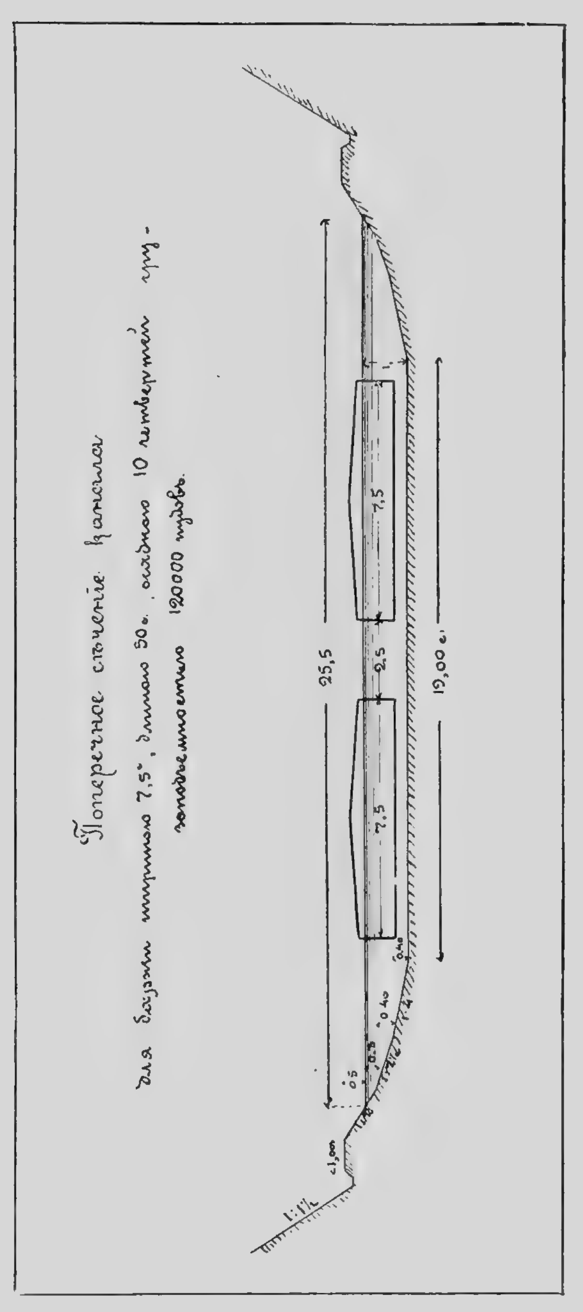


Рис. 18.

Типъ расположенія шлюзовъ на участкѣ „Нижняя Исеть“.



Поперечное сѣченіе канала
для баржи шириною 7,5 с, длиною 50 с, осадкою 10 четвертей гру-
зоподъемностью 120000 пудовъ.
25,5
7,5
2,5
7,5
19,00 с.
1:1½

Рис. 19.

подходныхъ каналахъ къ шлюзамъ была принята форма живого сѣченія трапецоидальная съ тройными откосами при глубинѣ въ 1,1 саж. Въ виду того, что часто берегъ, гдѣ располагается шлюзъ, имѣетъ видъ высокаго скалистаго косогора и принимая во вниманіе, что шлюзы располагаются по большей части въ глубокихъ выемкахъ, проектированіе каналовъ съ тройными откосами потребовало бы слишкомъ большого количества земляныхъ работъ, поэтому для такихъ мѣстъ типовой профиль видоизмѣнялся и были проектированы откосы оба одиночные и придана каналу глубина 1,2 саж. для соблюденія отношенія площадей живого сѣченія и миделя около 4.

Когда большія работы получаются только съ одной стороны канала, тогда проектировались откосы: съ одной стороны тройной, а съ другой одиночный; для такого канала принята глубина въ 1,15 саж., для соблюденія такого же отношенія.

Послѣдній случай обыченъ для подходнаго канала и въ случаѣ устройства съ рѣчной стороны направляющей дамбы.

Направляющія дамбы.

Типъ направляющей дамбы былъ заимствованъ изъ окончательнаго проекта шлюзованія р. Сѣв. Донца (рис. 20). Дамбу предположено образовать изъ засыпки внутренняго ядра песчаными и гравелистыми грунтами и внѣшней отсыпи для укрѣпленія этого ядра въ видѣ каменныхъ призмъ, расположенныхъ въ нѣсколько ярусовъ. Ширина дамбы по верху назначена въ 1 саж., а заложеніе откосовъ—одиночное. Боковыя поверхности дамбъ предполагается укрѣпить сухой кладкой изъ подобранныхъ и околотыхъ камней твердыхъ породъ и имѣющихъ вѣсъ не менѣе 4 пудовъ. Голова направляющей дамбы верхняго бьефа отдѣлана мостовкой на цементѣ изъ такихъ же крупныхъ камней.

Для различныхъ высотъ были спроектированы дамбы такого типа и произведенъ подсчетъ количествъ работъ для ихъ устройства, причемъ дамбы низкія предположены цѣликомъ изъ каменной наброски. Матеріалы, послужившіе для подсчета количества работъ въ дамбахъ этого типа, приведены въ главѣ IX *).

---

*) Совѣщаніе, одобряя принятый типъ дамбъ, указало, что, при обиліи камня на нѣкоторыхъ участкахъ проектируемаго пути, направляющія дамбы небольшой высоты возможно возводить цѣликомъ изъ камня.

Укрѣпленія дна и откосовъ каналовъ.

Укрѣпленіе дна подходовъ къ шлюзамъ проектировано въ нѣсколькихъ варіантахъ, имѣя въ виду различіе грунтовыхъ условій на разныхъ участкахъ пути.

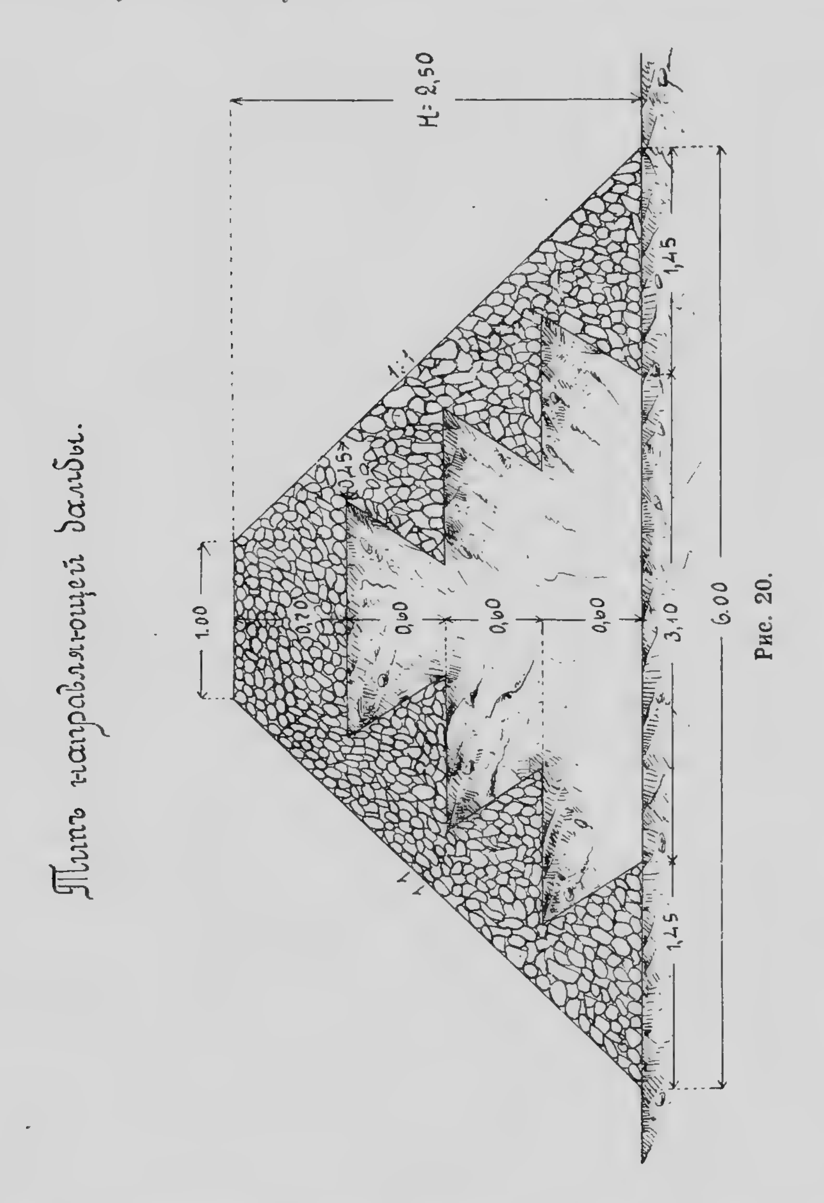


Рис. 20.

Размѣры укрѣпленія проектировались довольно условно, такъ какъ въ нижнемъ бьефѣ дѣлалось укрѣпленіе, аналогичное проектированному для верхняго—находящагося въ значительно луч-

нихъ условіяхъ въ отношеніи безопасности быть размытымъ и разрушеннымъ. Но такое предположеніе необходимо было сдѣлать, чтобы имѣть запасъ въ количествѣ работы крайне важной и необходимой и размѣры которой въ рамкахъ предварительнаго проекта учесть очень трудно, не разбираясь детально въ мѣстныхъ условіяхъ каждаго отдѣльнаго сооруженія *).

Основной типъ укрѣпленія дна подходовъ къ шлюзамъ, примѣненный на большинствѣ шлюзовъ на песчано-глинистыхъ и плотныхъ землистыхъ и гравелистыхъ грунтахъ, заключается въ устройствѣ двойной мостовки на цементѣ слоемъ не менѣе 0,27 саж., причемъ нижній слой въ 0,10 саж. получается обыкновеннымъ мощеніемъ съ тщательной расщебенкой, а верхній изъ очень крупныхъ камней съ подборомъ и приколкой на цементномъ растворѣ слоемъ не менѣе 0,17 саж. Этотъ типъ укрѣпленія примѣненъ въ предѣлахъ откосныхъ крыльевъ и на протяженіи 15 саженъ по дну канала; эта же мостовка продолжена и по откосамъ на высоту въ 0,50 сажени. За предѣлами такой двойной мостовки еще на протяженіи 5 саж. устраивается одиночная мостовка**).

Для песчано-илистыхъ и илистыхъ грунтовъ Исети и Тобола выработанъ иной типъ укрѣпленія дна и откосовъ подходныхъ каналовъ; со стороны верхняго бьефа укрѣпленіе дна на протяженіи 10 саженъ отъ шлюза произведено фашиннымъ тюфякомъ толщиною въ 0,33 саж., загруженнымъ на высоту 0,07 саж. камнемъ (рис. 21).

---

*) При разсмотрѣніи проекта Техническое Совѣщаніе одобрило принятые размѣры укрѣпленія, дающіе нѣкоторый запасъ, принимая во вниманіе неполную обслѣдованность грунтовъ при изысканіяхъ.

**) Относительно этого типа укрѣпленія, для проектированія котораго за образецъ были приняты укрѣпленія, примѣнявшіяся въ Чехіи при шлюзованіи рѣкъ Молдавы и Эльбы, въ настоящее время возможно сдѣлать нѣкоторыя замѣчанія. Укрѣпленіе площадокъ и откосовъ мощеніемъ на цементѣ вовсе не даетъ тѣхъ результатовъ, которыхъ можно было бы отъ него ожидать по сдѣланнымъ затратамъ. На практикѣ германскихъ водныхъ путей это мощеніе, ранѣе также примѣнявшееся, теперь вовсе исчезаетъ, да и на Молдавѣ отъ него отказываются, послѣ того какъ убѣдились, что этотъ типъ укрѣпленія, будучи довольно дорогъ, весьма невыгоденъ, благодаря дорогому ремонту, котораго онъ требуетъ въ весьма значительныхъ размѣрахъ. Цементъ въ данномъ случаѣ непригоденъ, такъ какъ слой каменной кладки слишкомъ недостаточенъ, чтобы сопротивляться излому и разрушенію отъ неравномѣрной осадки укрѣпляемыхъ площадей и дѣйствія воды, скопляющейся за нимъ въ откосахъ, а между тѣмъ свойства обыкновеннаго мощенія, благодаря заполненію швовъ мостовки це-

Этотъ же типъ укрѣпленія предположенъ и для откосовъ канала. Въ нижнемъ бьефѣ дно подходнаго канала на протяженіи 5 саж. укрѣпляется каменной наброской между забитыми въ шахматномъ порядкѣ пятивершковыми сваями, отстоящими рядъ отъ ряда и другъ отъ друга на 1 сажень. Съ низовой стороны каменная нагрузка удерживается свайнымъ рядомъ изъ пятивершковыхъ свай.

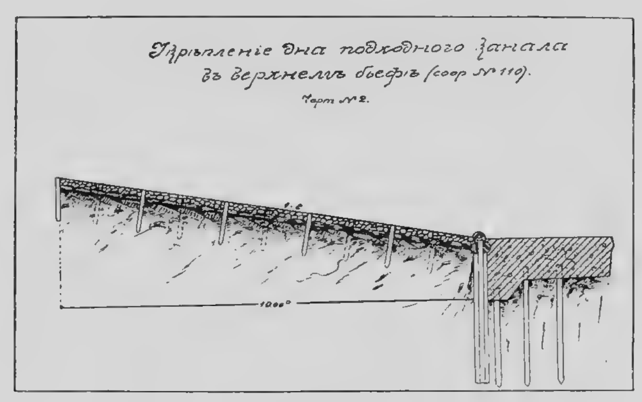


Рис. 21.

Подъ слоемъ каменной наброски находится тюфячное покрывало, которое продолжается и далѣе еще на 50 саженъ по дну канала (рис. 22).

На остальномъ протяженіи подходныхъ каналовъ проектировано обычное для всѣхъ каналовъ Камско-Иртышскаго пути укрѣпленіе откоса только въ предѣлахъ колебанія горизонтовъ и волненія, раз-

---

ментнымъ растворомъ, исчезаютъ и мостовка должна работать, какъ нѣчто цѣлое. Такъ какъ размѣры примѣненнаго мощенія вполнѣ достаточны и для обыкновеннаго тщательнаго мощенія съ приколомъ камней и въ расцѣнки введены необходимыя для этого работы, то отказъ отъ веденія верхняго ряда укрѣпленія на растворѣ сможетъ лишь удешевить составленную смѣту.

Также необходима оговорка и относительно размѣровъ укрѣпленій дна и откосовъ каналовъ въ Камско-Иртышскомъ проектѣ. Въ Черноморско-Балтійскомъ проектѣ послѣ того, какъ составителю настоящаго выпуска описанія проекта удалось воочію увидѣть цѣлый рядъ построенныхъ и находящихся въ постройкѣ гидротехническихъ сооруженій, эти размѣры были увеличены, главнымъ образомъ, въ отношеніи укрѣпленія откосовъ каналовъ передъ шлюзомъ. Эти откосы на протяженіи укрѣпленнаго дна необходимо укрѣплять на всю ихъ высоту, подымая укрѣпленіе надъ горизонтомъ воды, такъ какъ иначе эти откосы приходятъ вскорѣ въ совершенно разстроенный видъ; такъ что въ этомъ отношеніи долженъ быть отмѣченъ нѣкоторый недочетъ описываемаго проекта.

виваемаго въ каналѣ проходящими судами. Это укрѣпленіе состоитъ изъ мощенія части двойного откоса на высоту въ 0,55 сажени однимъ слоемъ камня, толщиною въ 0,10 саж., на щебеночномъ слоѣ, толщиною 0,08 саж., мощеніе упирается въ каменную призмочку, задѣланную въ откосъ (рис. 23).

Подобное укрѣпленіе откосовъ каналовъ съ успѣхомъ примѣняется и въ заграничной практикѣ для глинистыхъ и тяжелыхъ землистыхъ грунтовъ.

Наибольшему размыву будутъ подвергаться части подходныхъ каналовъ у самаго шлюза, а также при выходѣ канала въ рѣку

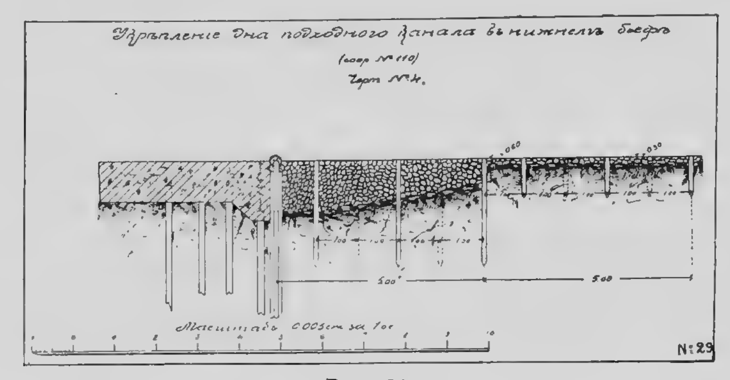


Рис. 22.

въ нижнемъ бьефѣ, поэтому предположено эти мѣста укрѣпить двойной мостовой въ плетняхъ на протяженіи 10 саж. съ каждой стороны полосою, шириною въ 3 саж.

Эстакады и палы. При проектированіи водораздѣльнаго участка инженеромъ И. Л. Козубовскимъ было спроектировано два типа направляющихъ эстакадъ передъ шлюзами, одинъ типъ деревянной эстакады, другой— металлической, при чемъ эти типы были примѣнены у всѣхъ шлюзовъ пути. Первый типъ примѣненъ для болѣе низкихъ эстакадъ, устраиваемыхъ притомъ на грунтахъ, допускающихъ забивку свай.

Конструкція эстакадъ, спроектированныхъ для разныхъ высотъ, понятна изъ приводимыхъ здѣсь чертежей (рис. 24). Эстакады спроектированы по типу мостовъ подъ обыкновенную дорогу, кромѣ болѣе легкаго настила изъ досокъ. Для противодѣйствія боковымъ толчкамъ эстакады укрѣплены подкосами.

Металлическая эстакада проектируется изъ старыхъ рельсовъ и примѣняется для высокихъ эстакадъ и на грунтахъ, не допускающихъ забивки свай на достаточную глубину. Конструкція опоръ зависитъ отъ высоты и, кромѣ стоекъ, устраиваются два раскоса и схватка. При значительныхъ высотахъ эстакада дѣлится на ярусы, и каждый ярусъ скрѣпленъ схватками и раскосами. Противъ боковыхъ толчковъ опора укрѣплена подкосной фермой.

Кромѣ эстакадъ, передъ шлюзомъ забиваются палы для причала судовъ. На землистыхъ грунтахъ палы состоятъ изъ куста шести шестивершковыхъ свай, стянутыхъ общимъ хомутомъ.

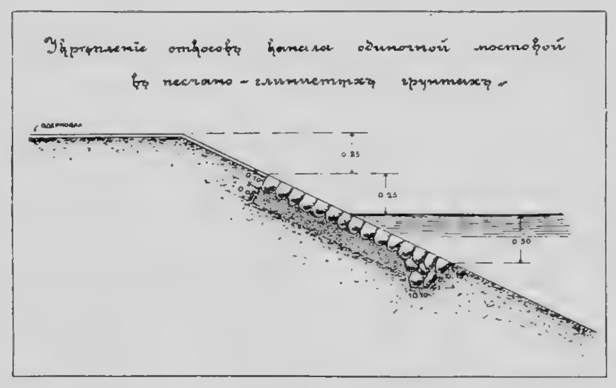


Рис. 23.

Для скалистыхъ грунтовъ проектировано устроить палы изъ старыхъ рельсовъ, задѣланныхъ въ бетонъ. Для предохраненія бетона отъ разрушенія при ударѣ судовъ, пала защищена досками, стянутыми хомутами *).

---

*) Разсмотрѣвъ типы эстакадъ, Совѣщаніе высказалось за устройство вмѣсто деревянныхъ эстакадъ, въ виду значительной стоимости ихъ ремонта, эстакадъ изъ желѣзобетона, съ обязательной обшивкой ихъ деревомъ и постановкой на нихъ деревянныхъ отбойныхъ брусьевъ. Тамъ же, гдѣ эстакады устраиваются изъ старыхъ рельсовъ, необходимо также обшивать ихъ деревомъ.

Для защиты подходовъ къ шлюзамъ отъ ледохода тамъ, гдѣ его можно ожидать, Совѣщаніе признало необходимымъ устройство упругихъ заплывей съ верховой стороны сооруженія.

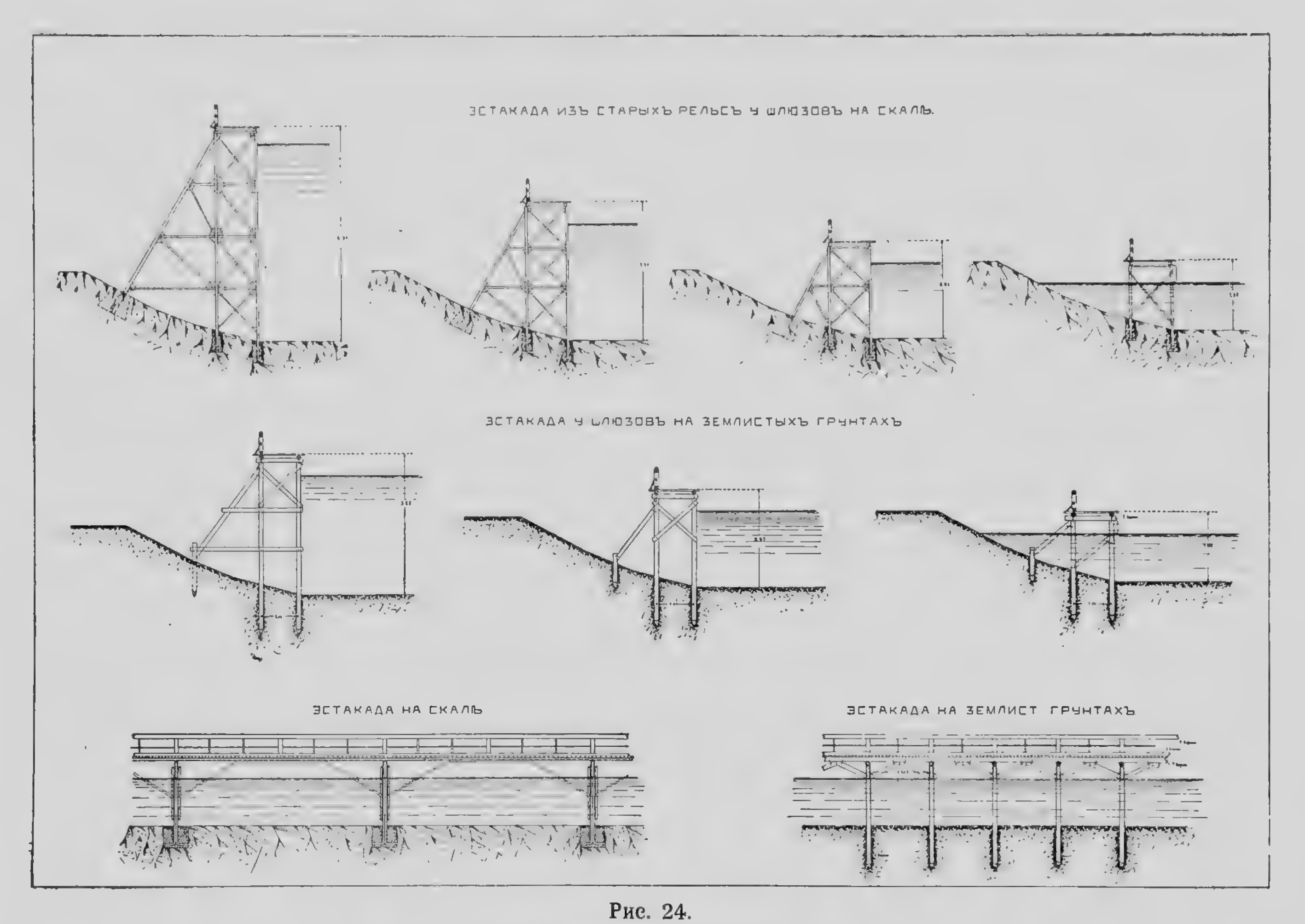


Рис. 24.
Типы эстакадъ для шлюзовъ.

Глава IV.

Общая характеристика спроектированныхъ шлюзовъ.

Въ виду значительнаго количества шлюзовъ на проектируемой системѣ, а также имѣя въ виду, что главная цѣль предварительнаго проекта Камско-Иртышскаго воднаго пути—дать его техническое обоснованіе и выяснить его смѣтную стоимость, не потребовалось проектировать детально каждый шлюзъ и подсчитывать работы по его сооруженію, а оказалось вполнѣ возможнымъ воспользоваться интерполяціей полученныхъ величинъ для спроектированныхъ типовыхъ шлюзовъ для разныхъ напоровъ. Проектированіе велось такимъ образомъ, чтобы въ результатѣ его оказалось возможнымъ сравненіе между собою шлюзовъ, имѣющихъ разное паденіе. Для этого въ основу всѣхъ разсчетовъ были положены однѣ и тѣ же нормы и предположенія. Для различныхъ мѣстныхъ условій проектировались варіанты одного и того же сооруженія.

Размѣры камеры.

Въ отношеніи размѣровъ камеръ шлюзовъ, ихъ проекты представляютъ три варіанта, разработанные для пропуска заданныхъ Инженернымъ Совѣтомъ трехъ типовыхъ судовъ, при чемъ первый варіантъ для большемѣрнаго судна $50 \times 7{,}5$ саж. $\times 10$ четв. арш. былъ принятъ за основной, а остальные два для средняго размѣра судна $40 \times 6{,}3 \times 10$ четв. арш. и для малаго $30 \times 4{,}8 \times 10$ четв. арш. были разработаны эскизно, ссылаясь на первый.

Паденіе въ шлюзахъ.

Для того, чтобы обнять все разнообразіе паденій въ Камско-Иртышскихъ шлюзахъ, на которое уже указывалось въ предыдущихъ главахъ, и которое ясно подтверждается приложеннымъ въ концѣ книги проектнымъ продольнымъ профилемъ пути, было намѣчено соста-

вленіе проектовъ четырехъ шлюзовъ съ паденіемъ въ нихъ въ 4,30 саж., 3,00 с., 1,90 с. и 0,75 саж. Эти шлюзы пришлось раздѣлить на двѣ группы: первые два составили группу шлюзовъ большого паденія, а вторые два—группу малаго паденія.

Питаніе шлюзовъ. Питаніе всѣхъ шлюзовъ проектируемаго воднаго пути предположено осуществить посредствомъ водопроводныхъ галлерей, проложенныхъ въ стѣнахъ камеры. Живое сѣченіе галлерей, вообще говоря, опредѣлено на основаніи разсчета времени наполненія камеры около 8 минутъ (460 секундъ), принятаго въ проектѣ по примѣру существующихъ большихъ шлюзовъ.

При этомъ времени наполненія наибольшее значеніе средней скорости вертикальнаго перемѣщенія шлюзуемаго судна не превышаетъ 2 смтр. въ сек. *). Наибольшее значеніе, котораго можетъ достичь скорость поднятія горизонта воды въ камерѣ будетъ въ шлюзахъ наибольшаго паденія до 4 смтр. въ сек.

Значительные объемы сливныхъ призмъ въ шлюзахъ большихъ паденій (при 4,30 саж. при первоначально принятыхъ въ проектѣ размѣрахъ камеръ 53 × 8 саж. около 2.000 куб. саж.), а, слѣдовательно, огромная потеря воды при прохожденіи большихъ паденій, въ связи съ выгодою использованія воды гидроэлектрическими установками, побудили автора проекта предусмотрѣть въ будущемъ на всѣхъ шлюзахъ съ паденіемъ отъ 3,00 саж., и выше, устройство сбереженія воды, въ размѣрѣ 60% сливной призмы, въ сберегательныхъ бассейнахъ, безъ пониженія пропускной способности шлюзовъ. Введеніе этого условія въ проектированіе отразилось отчасти на конструкціи стѣнъ шлюзовъ и значительно увеличило размѣры поперечныхъ сѣченій шлюзныхъ водопроводовъ.

Головныя части. Въ отношеніи конструкціи верхнихъ головъ шлюзовъ въ проектѣ были разработаны два типа—со стѣнкой паденія и безъ нея. Устройство значительнаго количества глухихъ плотинъ, преграждающихъ рѣчной потокъ въ теченіе всего года, и преимуще-

---

*) Наполненіе новыхъ 9-метровыхъ шлюзовъ на Берлинъ - Штетинскомъ водномъ пути требуетъ всего 6 минутъ и средняя скорость подъема или опусканія судна составляетъ 0,025 мтр. или 0,012 саж. въ секунду.

ственное для шлюзовъ Камско-Иртышскаго пути расположеніе въ выемкѣ у косогора или цѣликомъ въ каналѣ, вызвали примѣненіе стѣнки паденія, оказавшейся выгодной въ особенности для шлюзовъ большихъ паденій. Примѣненіе стѣнки паденія въ значительной степени зависитъ отъ условій мѣстности, которыя не могли быть детально учтены въ настоящемъ проектѣ; для подсчета количества работъ и стоимости пути было условно принято, что имѣютъ стѣнку паденія только незатопляемые шлюзы съ паденіемъ, превышающимъ 1,75 саж.

Въ соотвѣтствіи съ примѣненіемъ стѣнки паденія, удалось воспользоваться незначительной высотой воротъ на ней и проектировать для верхней головы однополотныя, вращающіяся на горизонтальной оси, ворота. Закрытіе водопровода при этой конструкціи верхней головы было легко устроить при помощи цилиндрическаго затвора.

Конструкція нижней головы и верхней при отсутствіи стѣнки паденія опредѣлилась оборудованіемъ ея двухстворчатыми воротами и щитовыми водопроводными затворами на каткахъ.

Камерныя стѣны.

Камерныя стѣны проектировались слѣдующихъ типовъ:

I типъ камеры съ каменными стѣнами основного профиля былъ примѣненъ для сооруженій № 10—№ 109 на среднемъ теченіи Чусовой, водораздѣлѣ и Исети.

Камерныя стѣны были подраздѣлены на двѣ разновидности: типъ стѣны, названный въ проектѣ рѣчнымъ, и типъ береговой. Названіе это вполнѣ условно, и первый изъ нихъ характеризовался полнымъ отсутствіемъ засыпки за наружными поверхностями стѣны, второй же представлялъ собою стѣну, засыпанную цѣликомъ или имѣющую по всей своей высотѣ земляную присыпку въ видѣ дамбы.

II типъ камеры съ каменно-земляными стѣнками былъ спроектированъ спеціально для шлюзованія р. Чусовой въ ея нижнемъ теченіи. Каменныя стѣнки въ этомъ типѣ замѣнены полустѣнками съ проложенными въ нихъ продольными галлереями; на остальной высотѣ камера ограждена откосами, упирающимися въ эти полустѣнки. Въ качествѣ особаго варіанта для 9 Нижне-Чусовскихъ шлюзовъ имѣется проектъ замѣны этихъ откосныхъ стѣнокъ камен-

ными, имѣющими профиль нѣсколько отличный отъ профиля I типа.

III типъ камеры съ земляными откосами примѣненъ въ пяти Тобольскихъ сооруженіяхъ № 110—№ 117. Камера этихъ шлюзовъ представляетъ собою выемку въ береговомъ уступѣ, съ укрѣпленными откосами и дномъ и огражденную двумя незатопляемыми дамбами. Продольныя водопроводныя галлереи отсутствуютъ и наполненіе камеры происходитъ черезъ отверстія въ каменныхъ головныхъ частяхъ.

Фундаментъ.

Грунтовыя условія вносятъ свое вліяніе, главнымъ образомъ, въ конструкцію фундаментовъ сооруженій. Чтобы дать необходимые типы фундаментовъ, ихъ проектированіе было выдѣлено въ особую часть проекта шлюзовъ, варьируя для одного и того же шлюза различныя условія основанія. Нѣкоторые проекты фундаментовъ носятъ условный характеръ, такъ какъ ихъ назначеніе создать только предѣлъ для интерполяціи при подсчетѣ работъ; такъ, напримѣръ, запроектированный для шлюзовъ максимальнаго паденія фундаментъ на слабомъ землистомъ грунтѣ въ проектѣ пути не примѣненъ, такъ какъ шлюзы большихъ паденій запроектированы, либо на скалѣ, либо, въ крайнемъ случаѣ, на плотныхъ грунтахъ.

Въ проектѣ фундаментовъ обособлены проекты фундаментовъ подъ камерныя стѣны и головныя части.

Запроектированные фундаменты сводятся къ тремъ типамъ:

I—на скалѣ.

II—на плотныхъ землистыхъ грунтахъ.

III—на песчано-илистыхъ слабыхъ грунтахъ.

Глава V.

Шлюзы большихъ паденій (4,30 и 3,00 сажени).

1. Общее описаніе.

Однимъ изъ четырехъ типовыхъ проектовъ шлюзовъ для Камско-Иртышскаго воднаго пути является шлюзъ большого паденія въ 4,30 саж., весьма близкаго къ 4,50 саж., наибольшему паденію, принятому въ проектномъ продольномъ профилѣ пути по шлюзамъ (рис. 25, 26, 27). Совершенно ему подобнымъ является слѣдующій за нимъ по величинѣ паденія типовой шлюзъ съ паденіемъ въ 3,00 сажени (рис. 28).

Проектируемый шлюзъ наибольшаго паденія отнесенъ къ уровнямъ бьефовъ, назначеннымъ у сооруженія № 16, у Кыновского завода на 305 верстѣ отъ устья рѣки Чусовой. Типъ шлюза, разработанный въ этомъ проектѣ, всецѣло послужилъ основаніемъ для проектированія шлюзовъ и меньшихъ напоровъ—до 1,80 сажени включительно, а также отчасти для проектовъ шлюзовъ меньшихъ паденій отъ 0,60 до 1,75 саж., встрѣчающихся также въ проектѣ продольнаго профиля Камско—Иртышскаго воднаго пути.

Послѣднее предположеніе не оказало особеннаго вліянія на конструктивныя детали проектируемаго шлюза большого паденія и ихъ размѣры, но лишь вызвало разработку для него нѣкоторыхъ варіантовъ конструкцій, которые къ данному паденію въ проектѣ пути примѣнять не предполагалось; такъ, напримѣръ, какъ указывалось выше, бетонный фундаментъ на землистомъ грунтѣ проектировался лишь съ цѣлью обобщить его съ проектами шлюзовъ меньшихъ напоровъ.

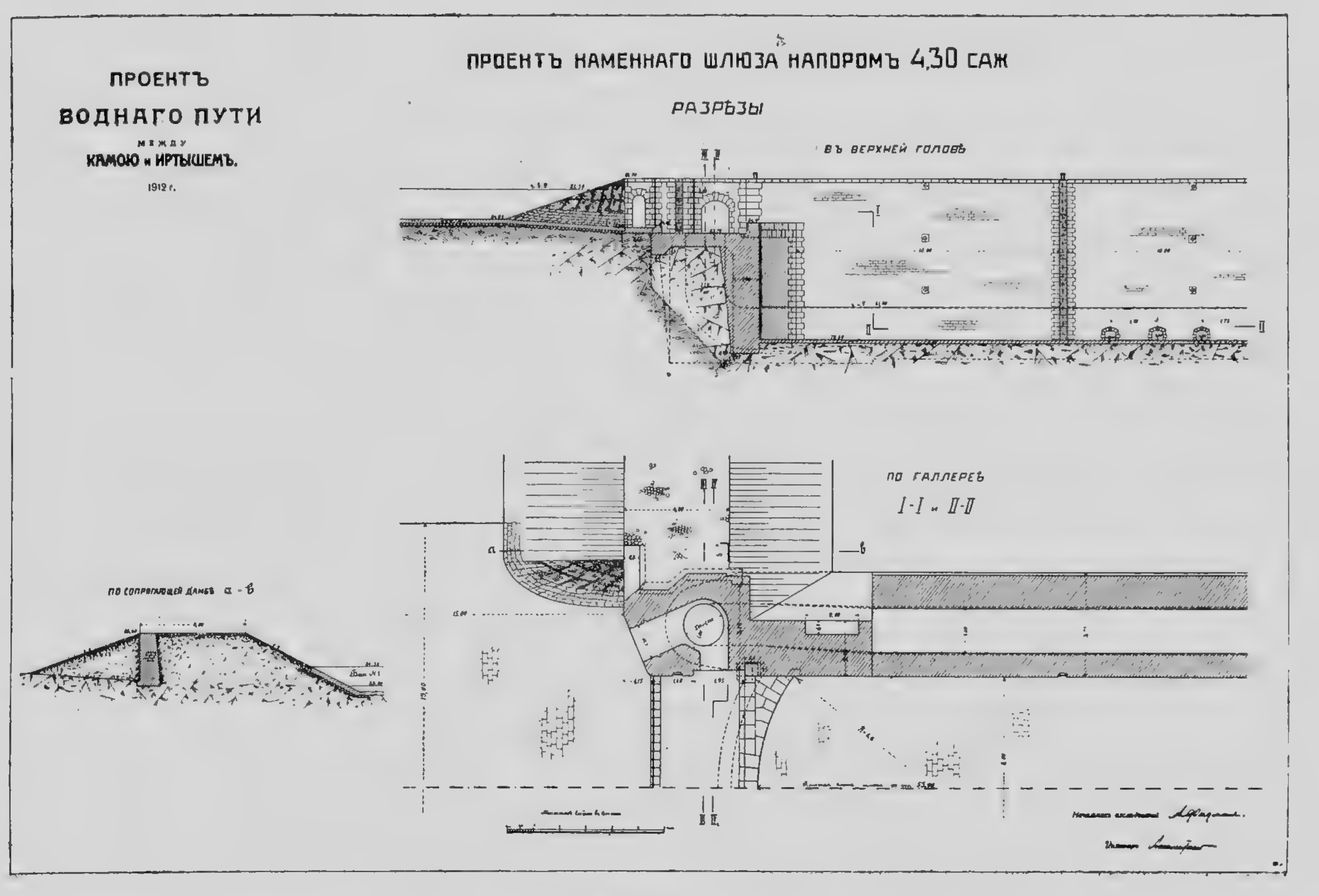

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ.
1912 г.
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 4,30 САЖ
РАЗРѢЗЫ
въ верхней головѣ
по галлереѣ
I-I и II-II
по сопрягающей дамбѣ а-в

Рис. 25.

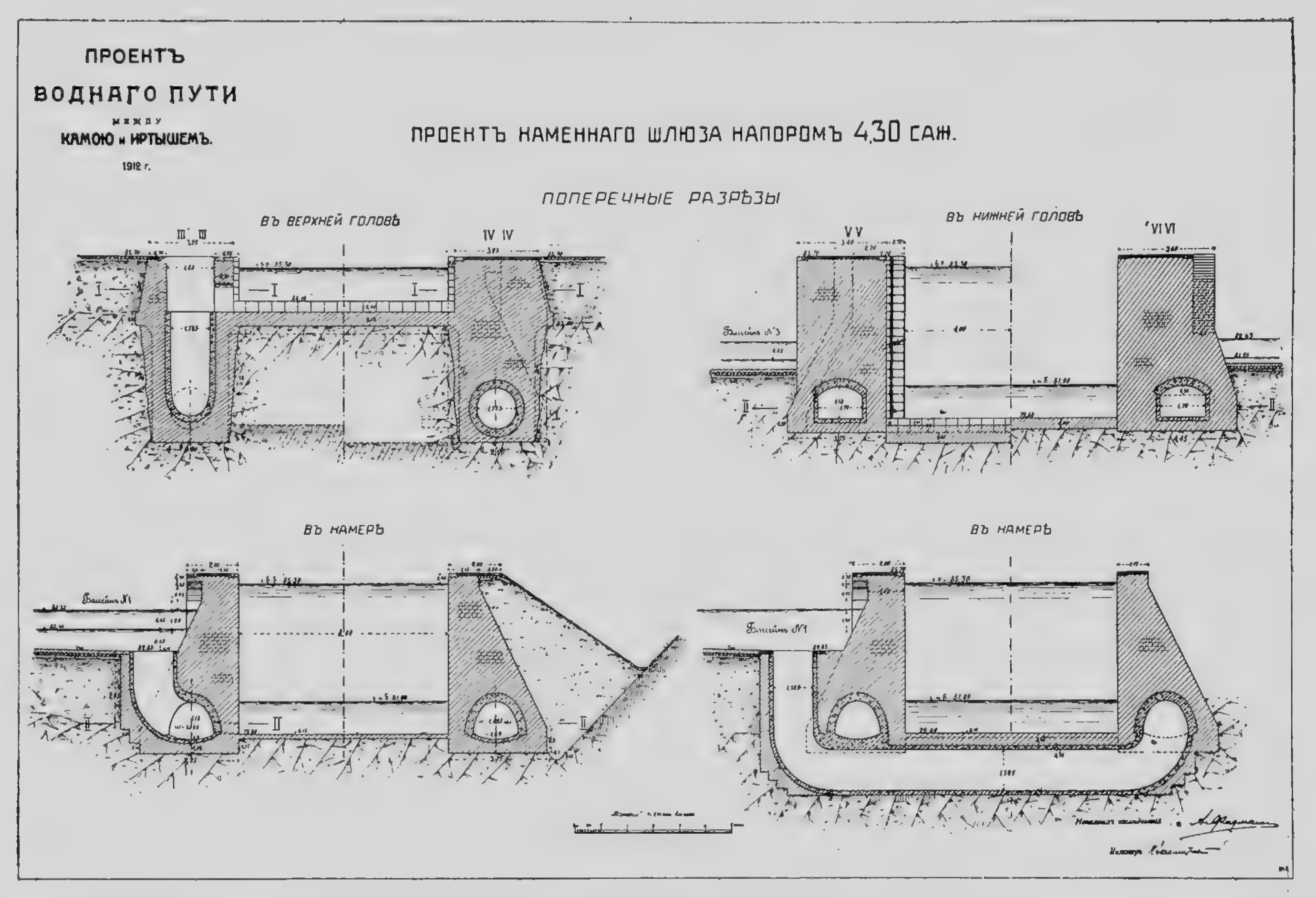

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ.
1912 г.
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 4,30 САЖ.
ПОПЕРЕЧНЫЕ РАЗРѢЗЫ
ВЪ ВЕРХНЕЙ ГОЛОВѢ
ВЪ НИЖНЕЙ ГОЛОВѢ
ВЪ КАМЕРѢ
ВЪ КАМЕРѢ
III III
IV IV
V V
VI VI

Рис. 26.

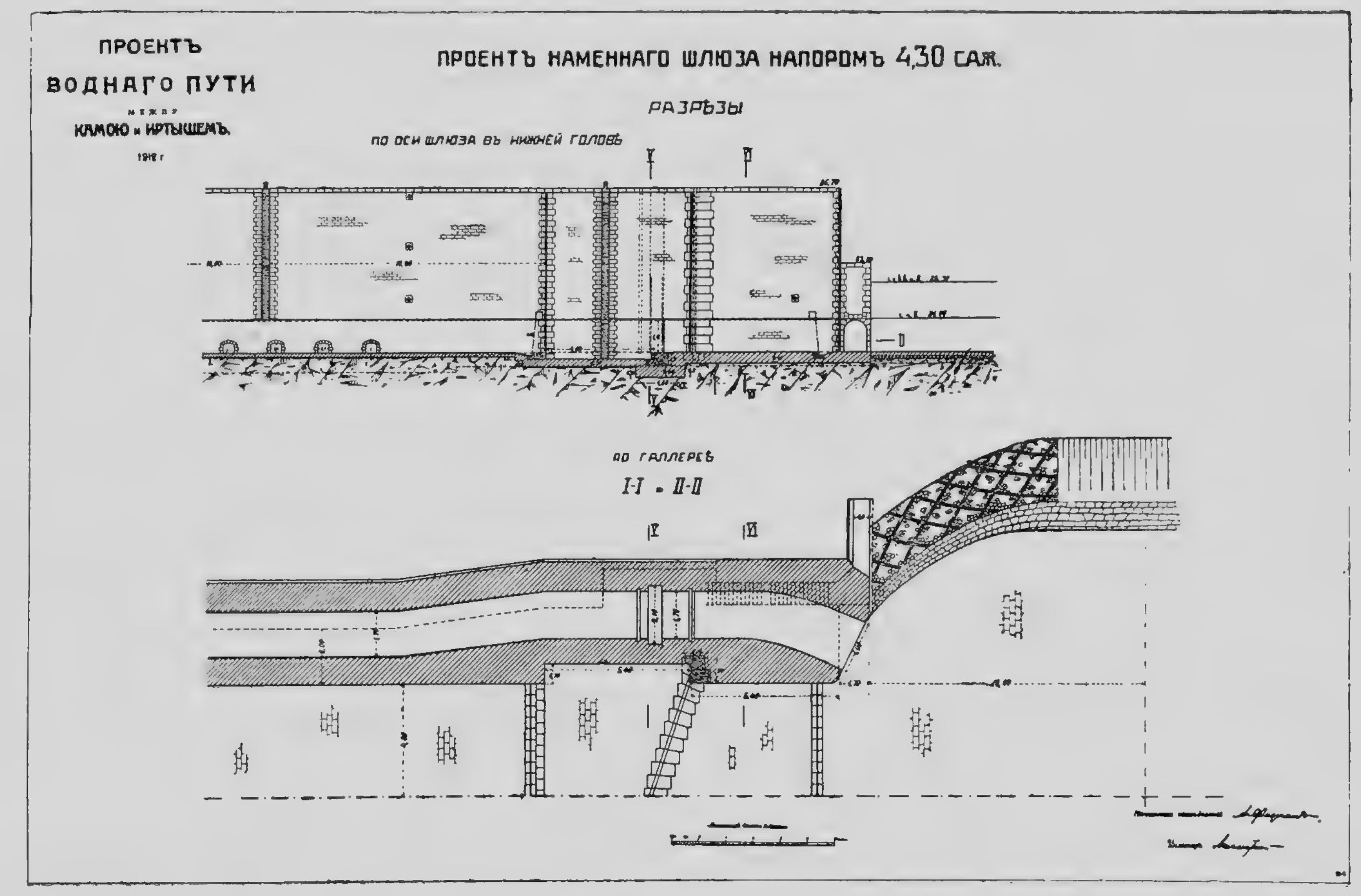

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 4,30 САЖ.
РАЗРѢЗЫ
ПО ОСИ ШЛЮЗА ВЪ НИЖНЕЙ ГОЛОВѢ
ПО ГАЛЛЕРЕѢ
I-I и II-II

Рис. 27.

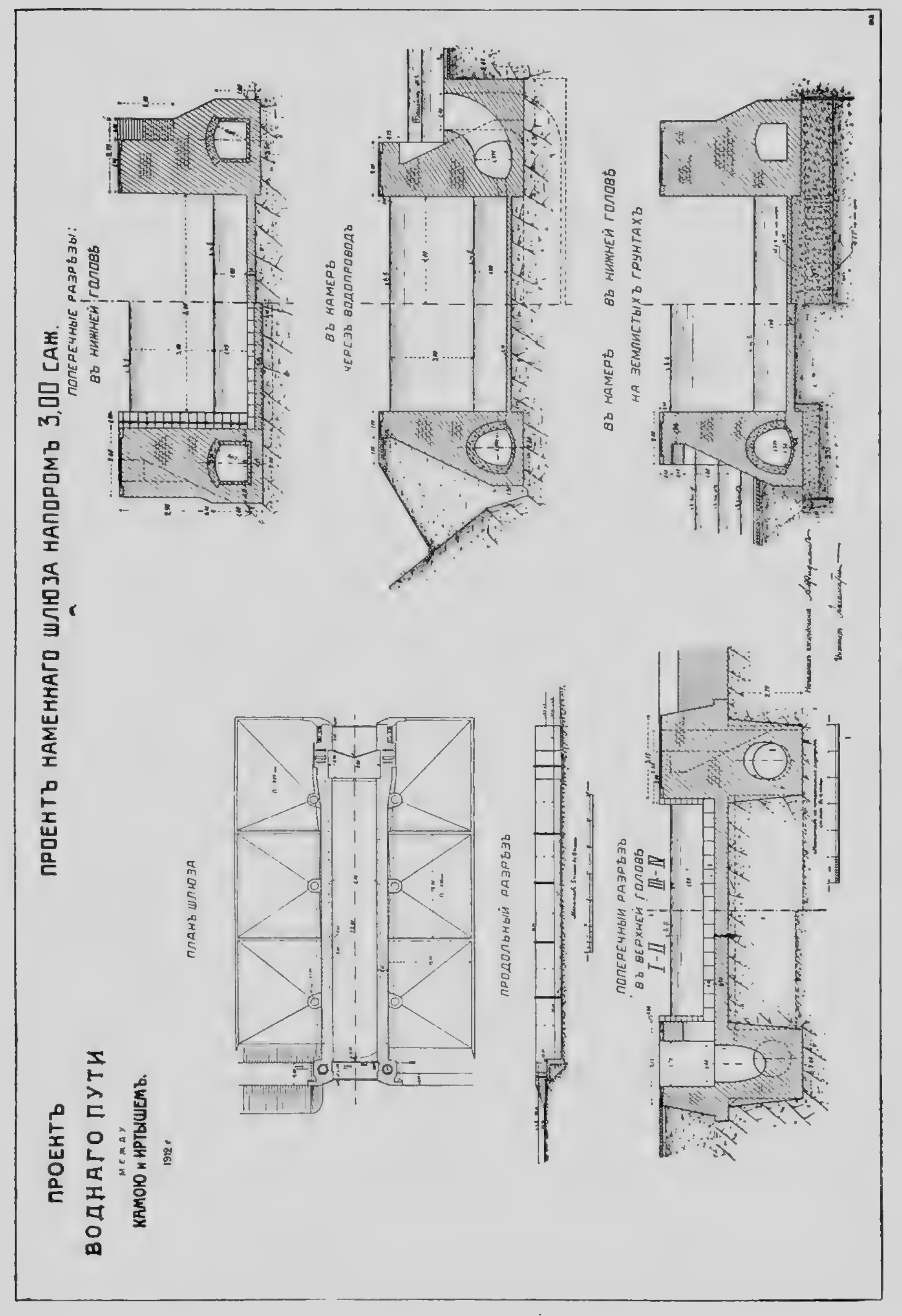

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
МЕЖДУ
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ.
1912 г
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 3,00 САЖ.
ПОПЕРЕЧНЫЕ РАЗРѢЗЫ:
ВЪ НИЖНЕЙ ГОЛОВѢ
ВЪ КАМЕРѢ
ЧЕРЕЗЪ ВОДОПРОВОДЪ
ВЪ КАМЕРѢ
ВЪ НИЖНЕЙ ГОЛОВѢ
НА ЗЕМЛИСТЫХЪ ГРУНТАХЪ
ПЛАНЪ ШЛЮЗА
ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРѢЗЪ
ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРѢЗЪ
ВЪ ВЕРХНЕЙ ГОЛОВѢ
I-II
III-IV

Рис. 28.

Основаніе шлюза.

При составленіи проекта по основному варіанту имѣлось въ виду, что своимъ основаніемъ шлюзъ достигаетъ скалистаго грунта: для общности же разсматриваемаго вопроса о конструированіи частей шлюза, соприкасающихся съ грунтомъ, предполагалась возможность залеганія скалы на разныхъ уровняхъ подъ разными частями шлюза. Такое предположеніе даетъ иногда завѣдомый запасъ при подсчетѣ количества работъ въ отдѣльныхъ сооруженіяхъ на основаніи типовыхъ проектовъ, но этотъ запасъ представляется необходимымъ и пойдетъ при детальномъ проектированіи на удовлетвореніе потребностей, не выясненныхъ достаточно изысканіями и находящихся въ связи съ мѣстными условіями: если, напримѣръ, предположить, что подъ верхней головою шлюза залегаетъ скала, то углубленіе въ нее фундамента на $^1/_2$ сажени представляется необходимымъ, но подъ нижней головой, фундаментъ которой лежитъ на 4 сажени глубже, такое углубленіе и заполненіе этого углубленія кладкою является совершенно излишнимъ; но изъ приведенныхъ соображеній шлюзъ предполагался достигающимъ верхнихъ слоевъ скалы во всѣхъ своихъ частяхъ и поэтому ихъ фундаменты врѣзаны въ скалу на глубину до 0,50 саж., въ зависимости отъ отвѣтственности той или иной части шлюза, въ предположеніи, что на этой глубинѣ является возможность достичь массивныхъ слоевъ невывѣтрившейся водонепроницаемой скалы.

Откосы котлованов.

Еще одно обстоятельство, не относящееся непосредственно къ шлюзу, но принятое во вниманіе въ данномъ проектѣ, должно быть оговорено,—это вопросъ, какимъ откосомъ проектировать стѣнки глубокихъ котлованов подъ части шлюза, уходящія въ грунтъ. Въ проектѣ такой откосъ въ скалистыхъ грунтахъ принятъ въ $^1/_{10}$, но для многихъ мѣстъ сооруженій на Чусовой и Исети онъ свободно можетъ быть замѣненъ вертикальнымъ, а нѣкоторыя выемки въ плотныхъ известнякахъ и кварцитовыхъ песчаникахъ допустятъ даже образованіе навѣсовъ; наоборотъ, въ другихъ мѣстахъ, напримѣръ, въ мѣстахъ залеганія глинистыхъ сланцевъ, и такой принятый откосъ можетъ оказаться слишкомъ крутымъ въ зависимости отъ направленія пластовъ породы.

Въ землистыхъ грунтахъ этотъ откосъ проектированъ одиночнымъ. Тутъ же слѣдуетъ отмѣтить, что размѣры котлованов, разсчитывались такъ, чтобы вокругъ возводимаго сооруженія было возможно устроить отводныя канавы.

По проекту предполагается въ мѣстахъ глубокихъ узкихъ котлованов заполнять пространство между грунтомъ и сооруженіемъ бутовой кладкой. Между прочимъ, такое заполненіе проектировано у задней поверхности стѣнки паденія, усиливая эту отвѣтственную часть шлюза и предохраняя отъ проникновенія фильтраціонной воды изъ верхняго бьефа *).

Стѣнка паденія.

Необходимость располагать шлюзъ на берегу въ выемкѣ и у глухихъ высокихъ плотинъ влечетъ за собою, какъ это уже указывалось выше, проектированіе стѣнки паденія. Въ данномъ проектѣ предположено заложеніе верхняго короля на самой высокой, возможной по заданнымъ техническимъ условіямъ, отмѣткѣ, а именно, на глубинѣ 1,20 саж. отъ горизонта верхняго бьефа. Выступъ фундамента подъ порогомъ у входа въ шлюзъ заложенъ на глубину 0,30 сажени въ водонепроницаемую скалу. Заложеніе дна фундамента отъ поверхности пола въ шкафной части проектировано въ 0,50 саж. Конструкція этой части верхней головы шлюза не мѣняется для разныхъ мѣстъ, приходится измѣнять лишь размѣры по высотѣ, слѣдя за горизонтомъ скалы, вышеупомянутымъ уступомъ и дномъ фундамента шкафной части. Стѣнка паденія проектируется въ видѣ вертикальнаго свода изъ бутовой кладки толщиной въ 1,00 саж., причемъ этотъ размѣръ, какъ пояснено ниже, въ части записки, посвященной разсчетамъ, взятъ на основаніи эмпирическихъ данныхъ, главнымъ образомъ, примѣнительно къ типу стараго Мюнстерскаго шлюза на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ (паденіе 6,2 метр.) и шахтеннаго шлюза, строящагося на томъ же каналѣ рядомъ съ Генрихенбургскимъ судо-

*) Совѣщаніе одобрило назначенные по проекту размѣры котлована и ихъ откосы, но, указало, что одиночный откосъ котлованов можетъ быть достаточенъ только для временной устойчивости въ періодъ постройки, поэтому откосы котлованов, въ случаѣ оставленія ихъ въ составѣ частей сооруженія, должны быть сдѣланы болѣе пологими.

подъемникомъ съ паденіемъ въ 14 метр. Сводъ, образующій стѣнку, пологій: отношеніе стрѣлы къ пролету $= \frac{1,4}{8} = \frac{1}{5,77}$ *) (рис. 25).

Шкафная часть верхней головы и ворота.

Проектируя такую высокую стѣнку паденія (въ данномъ случаѣ ея высота равна напору, т. е., 4,30 саж.) является вполнѣ раціональнымъ примѣнить для верхней головы типъ воротъ, вращающихся на горизонтальной оси. Ворота были спроектированы инженеромъ П. Н. Пушечниковымъ для напора (глубина на верхнемъ королѣ) 1,20 саж., по типу воротъ, примѣненныхъ на каналѣ Одеръ-Шпрее (Z. f. B. 1909 I), состоящихъ изъ одного полотнища, вращающагося на горизонтальной оси и работающихъ вполнѣ надежно. Для того, чтобы ворота могли открываться подъ дѣйствіемъ собственнаго вѣса, они имѣютъ въ приподнятомъ положеніи уклонъ въ 1 : 10 въ сторону верхняго бьефа. Полотно воротъ стоечной системы; стойки и рамные брусья имѣютъ двутавровое сѣченіе, распорки изъ уголковъ, обшивка изъ лотковаго желѣза толщиною 8 мм.; вѣсъ воротъ опредѣлился въ 15,2 тонны **). Двойной обшивкой изъ лотковаго желѣза въ воротахъ образованъ рядъ воздушныхъ ящиковъ, способствующихъ поднятію воротъ. Глав-

*) Конструкція стѣнки паденія въ видѣ вертикальнаго свода была одобрена Совѣщаніемъ, но съ указаніемъ, что сопряженіе стѣнъ котлована съ кладкою должно быть произведено штрабою, а не по плоской поверхности, какъ это сдѣлано по проекту.

**) Типъ воротъ на горизонтальной оси не встрѣтилъ возраженій со стороны Совѣщанія въ отношеніи конструкціи, но въ опредѣленіи размѣровъ и разсчетѣ воротъ были усмотрѣны нѣкоторыя погрѣшности, въ общемъ незначительныя и не вліяющія замѣтно на стоимость работъ, или вліяющія въ сторону нѣкотораго уменьшенія количества работъ противъ проектнаго. Такъ, напримѣръ, высота воротъ исчислена въ проектѣ на 8,5% больше дѣйствительной, но такъ какъ стоимость воротъ составляетъ всего около 5% стоимости шлюза, то ошибка эта выражается всего около ½% стоимости шлюза, т. е. незначительна, и ею можно пренебречь. Детальныя погрѣшности еще болѣе незначительны.

При разсмотрѣніи деталей проекта воротъ на горизонтальной оси Совѣщаніе предложило проектировать обшивку воротъ изъ плоскаго желѣза, вмѣсто лотковаго, предположеннаго по проекту.

При составленіи проекта Черноморско-Балтійскаго воднаго пути вопросъ о примѣненіи воротъ на горизонтальной оси былъ подробно изученъ и освѣщенъ составленіемъ нѣсколькихъ проектовъ подобныхъ воротъ, различныхъ новѣйшихъ типовъ. Послѣднія постройки каналовъ въ Германіи дали для этого значительный матеріалъ. На основаніи этихъ новыхъ работъ, сдѣланныхъ для Черноморско-Балтійскаго проекта, можно вывести заключеніе, что для данныхъ условій проекти-

ная выгода примѣненія этого типа воротъ та, что верхняя голова получается много короче, чѣмъ если проектировать двустворчатыя ворота; такъ для послѣднихъ, при восьмисаженной ширинѣ камеры, длина шкафной части получается 5,40 саж., а при примѣненномъ типѣ


Каналъ Дортмундъ-Эмсъ. Второй шлюзъ у Мюнстера.

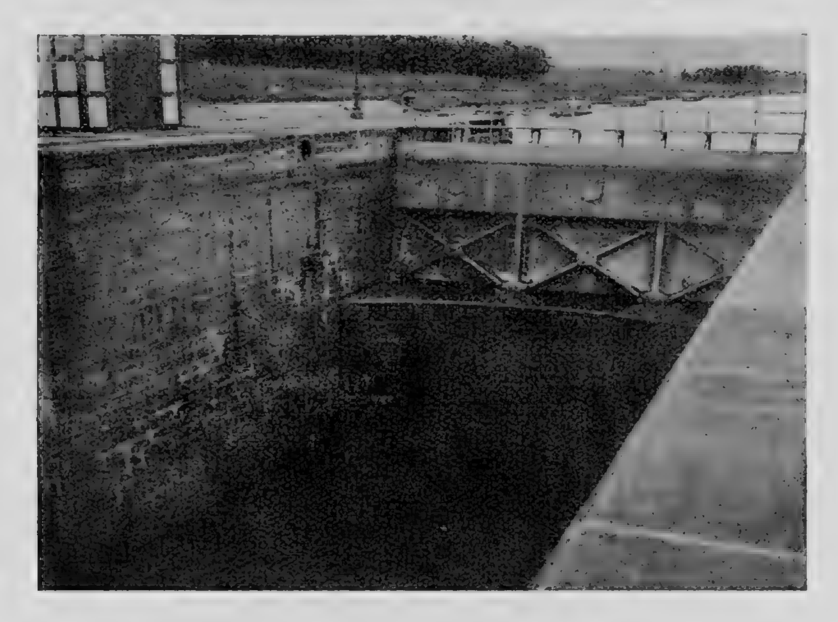


Рис. 29.

Верхнія ворота на горизонтальной оси.

воротъ длина той же части вмѣстѣ съ шандорной частью 3,45 саж.; также выгоднымъ является отсутствіе распора отъ воротъ, направленнаго подъ угломъ къ стѣнамъ камеры, благодаря чему нѣтъ надобности усиливать на нѣкоторомъ разстояніи эти стѣны, чтобы превратить ихъ въ упорныя.

На основаніи проекта воротъ, указаннаго однополотнаго типа, опредѣляются размѣры шкафной части: углубленіе шкафа

рованіе воротъ, вращающихся на горизонтальной оси вполнѣ цѣлесообразно. Въ видѣ иллюстраціи къ описанію типа воротъ, вращающихся на горизонтальной оси, приведенъ снимокъ съ верхней головы новаго Мюнстерскаго шлюза (рис. 29).

1,95 саж. и ширина 0,20 саж. Наибольшая длина, занимаемая воротами въ опущенномъ положеніи,—2,40 саж., причемъ перила предполагаются уложенными на свою длину въ 0,55 сажени въ предѣлы шандорной части, длина которой принята въ 1,5 сажени, (рис. 25).

Нижняя голова и ворота.

Размѣры шкафной части опредѣляются типомъ воротъ, которыя достигаютъ для даннаго случая значительной высоты до 6 саженъ.

Ворота—двустворчатыя съ вращеніемъ полотнищъ на вертикальной оси и передачей распора на стѣны нижней головы шлюза. Уголъ между полотнищемъ и поперечною осью шлюза — 18°; соотвѣтственно чему длина полотнища равна 4,53 саж., а стрѣлка короля 1,4 саж.; на основаніи разсчета воротъ для разныхъ напоровъ и размѣровъ судовъ, спроектированныхъ инженеромъ П. Н. Пушечниковымъ, были построены графики измѣненія вѣсовъ одного полотнища воротъ въ зависимости отъ измѣненія величины напора для двухъ типовъ воротъ: стоечнаго и ригельнаго, и для разныхъ ширинъ камеры (рис. 31). По этому графику опредѣляется для каждаго заданія величины паденія и ширины камеры наиболѣе выгодный типъ, каковымъ для даннаго паденія въ 4,30 саж. и ширины камеры въ 8 саж. явился ригельный, причемъ вѣсъ одного полотнища воротъ ригельной системы съ лотковой обшивкой толщиною до 14 мм. опредѣлился въ проектѣ равнымъ 62,5 тонны *),

---

*) При повѣркѣ разсчета двустворчатыхъ воротъ, произведенномъ въ Техническомъ Бюро, крупныхъ погрѣшностей и недочетовъ, замѣтно вліяющихъ на вѣсъ воротъ, замѣчено не было. Относительно разработанныхъ въ проектѣ системъ клѣтчатыхъ (ригельныхъ или стоечныхъ) воротъ необходимо замѣтить, что подобная конструкція въ настоящее время не примѣняется на внутреннихъ водныхъ путяхъ Германіи и вытѣснена тамъ почти совершенно двустворчатыми воротами, у которыхъ сводчатая наружная обшивка составляетъ часть цилиндрической поверхности, усиленной двумя солидными діагональными связями. Рис. 30 характеризуетъ описанный типъ воротъ. Ворота подобной конструкціи обладаютъ, какъ показала тридцатилѣтняя служба воротъ шлюза у Мюллендаммъ въ Берлинѣ, достаточной жесткостью и даютъ значительную экономію въ вѣсѣ. На этотъ типъ воротъ, сулящій экономію, обратило вниманіе составителя исполнительнаго проекта также и Совѣщаніе. Типъ подобныхъ воротъ подвергся разработкѣ при составленіи Черноморско-Балтійскаго проекта. По даннымъ графика, аналогичнаго приведенному въ данномъ проектѣ, вѣсъ ригельныхъ воротъ, для паденія въ 4,00 саж. опредѣляется въ 128 тоннъ, а вѣсъ сводчатыхъ въ 88 тонны, что

мощность двигателя, подсчитанная изъ расчета, что ворота будутъ открыты въ 45 сек., опредѣлилась въ 7,25 HP.

Каналъ Дательнъ-Гаммъ. Шлюзъ у Гамма.

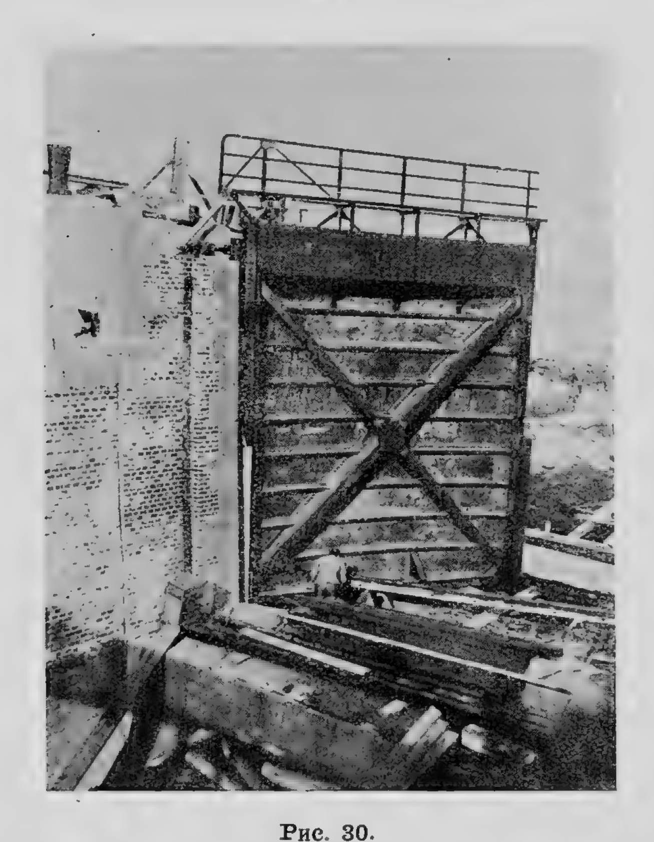


Рис. 30.

Ворота со сводчатой обшивкой и жесткими діагоналями.

Углубленіе шкафа слагается изъ толщины воротъ, примѣрно 0,52 сажени, и зазоровъ между воротами и внутреннею гранью

даетъ сбереженіе 40 тоннъ (около 35%); при цѣнѣ желѣза въ 4 руб. за пудъ, сбереженіе металла опредѣлится суммою около 11.000 рублей.

Полученные при составленіи указаннаго проекта результаты представляютъ несомнѣнный интересъ, подтверждая отчасти данныя, полученныя при проектированіи Камско-Иртышскаго воднаго пути, и дополняя ихъ новыми свѣдѣніями. Поэтому является умѣстнымъ привести ихъ въ нижеслѣдующей таблицѣ:

шкафной стѣны въ 0,05 сажени и внѣшнею въ 0,13 саж., что составляетъ 0,70 сажени. Длина углубленія принята въ 5,30 саж., что представляетъ собою длину полотнища, увеличенную примѣрно на 15%, сообразуясь съ указаніями практики (рис. 27).

Сбереженіе воды. Въ заданіе для составленія проекта шлюзовъ включено условіе о сбереженіи 60% объема сливной призмы въ бассейнахъ, расположенныхъ на трехъ уровняхъ. Это условіе поставлено на основаніи соображеній о выгодности использовать сбереженный расходъ на гидроэлектрической станціи, приведенныхъ далѣе, въ главѣ XI.

Въ заданіи проекта шлюза такое условіе должно быть поставлено обязательно, такъ какъ, если даже сейчасъ и не осуществлять этого сбереженія, все же шлюзъ долженъ быть подготовленъ къ устройству сбереженія въ будущемъ, когда повышеніе стоимости силы сдѣлаетъ его осуществленіе еще болѣе выгоднымъ, или когда потребуется беречь воду на шлюзованіе послѣ развитія пропускной способности пути устройствомъ параллельныхъ шлюзовъ.

Система воротъ (обшивка).	Величина паденія въ шлюзѣ (саж.).			
	1,00	2,00	3,00	4,00
	Вѣсъ одного полотнища въ тоннахъ.			
Ригельная (плоская)	21	32,5	47,75	64
„ (волнистая)	18,5	29,5	43,25	62
Стоечная (плоская)	17	30,25	50	74
„ (волнистая)	15	26,5	44,5	68,5
Ворота съ сводчатой обшивкой и жесткими діагоналями . .	17,5	26	35	44

Примѣчаніе: Полезная ширина камеры . . . . . 8 саж.
Глубина на королѣ . . . . 1,35 „
Возвышеніе площадокъ шлюза надъ гориз. верхняго бьефа . . . . . . 0,30 „

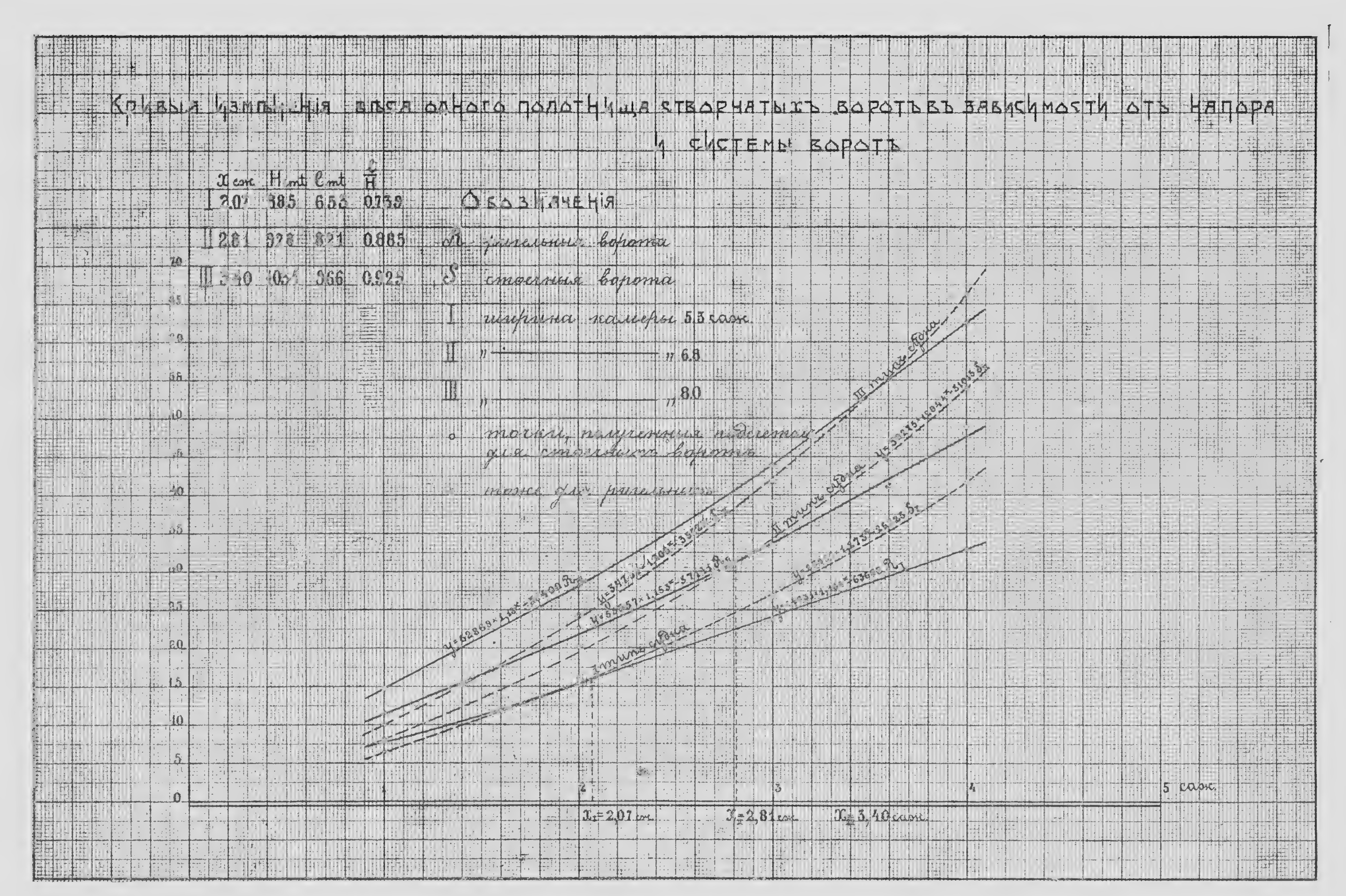
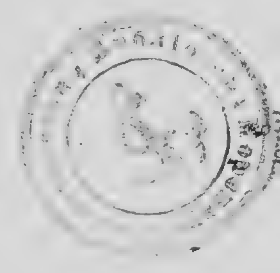

Кривыя измѣненія вѣса одного полотнища створчатыхъ воротъ въ зависимости отъ напора и системы воротъ
Обозначенія
Р ригельныя ворота
S стоечныя ворота
I ширина камеры 5.3 саж.
II " " 6.8
III " " 8.0
о точки, полученныя подсчетомъ для стоечныхъ воротъ
тоже для ригельныхъ
5 саж.
x_1=2,07 саж.
x_2=2,81 саж.
x_3=3,40 саж.

Рис. 31.

Но при выполненіи этого условія имѣлось въ виду не уменьшать пропускной способности шлюза, устраивая сберегательные бассейны, т. е. не увеличивать значительно времени наполненія камеры, съ другой стороны, представлялось нежелательнымъ осложнять конструкцію шлюза слишкомъ большими водопроводными галлереями, такимъ образомъ приходилось считаться съ взаимно противоположными обстоятельствами.

Питаніе водою камеры шлюза.

Для питанія шлюзовъ водою предположено устроить галлереи вдоль камерныхъ стѣнъ. Это дастъ возможность быстро опорожнять или наполнять шлюзы, безъ особыхъ неудобствъ для судовъ, находящихся въ камерѣ. Какъ извѣстно изъ опыта Маріинской системы, неудобства этого рода значительны при наполненіи камеры черезъ водопроводы, устроенные только въ головныхъ частяхъ шлюзовъ.



Подсчетами, ниже приводимыми, выясняется, что, используя всю возможную часть поперечнаго профиля камерной стѣны подъ устройство водопроводныхъ галлерей весьма большихъ размѣровъ, удастся сохранить обычное для большихъ шлюзовъ время наполненія камеры—около 8 минутъ (460 секундъ), принятое въ данномъ проектѣ изъ соображеній о допустимой величинѣ скорости наполненія камеры, обусловленной уже въ предыдущей главѣ.

Водопроводныя галлереи.

Общая площадь поперечнаго сѣченія водопроводныхъ галлерей опредѣлилась въ 3,64 кв. саж. Проведеніе галлереи такого сѣченія въ одной стѣнѣ камеры невозможно, въ особенности, когда для развитія этого сѣченія въ высоту имѣется предѣлъ, обусловливаемый глубиною въ 1,20 саж. воды въ камерѣ, когда она сообщена съ нижнимъ бьефомъ. Въ каждой стѣнѣ камеры проведена водопроводная галлерея поперечнаго сѣченія въ 1,82 кв. саж., даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда по мѣстнымъ условіямъ сберегательные бассейны расположены съ одной стороны шлюза. Съ цѣлью нѣсколько увеличить высоту сѣченія, галлерея опущена въ фундаментъ на 0,20 саж. (рис. 26).

Для удобства и удешевленія производства работъ галлереи выполняются на толщину 0,30 саж. изъ бетона состава 1 : 2 : 4. Об-

лицовывать камнемъ внутреннія поверхности галлерей не предполагалось, имѣя въ виду, что на нѣкоторую толщину стѣнки галлереи будутъ возводиться изъ раствора, который послужитъ штукатуркой для бетона: для приданія ровности этотъ слой послѣ снятія кружалъ будетъ затираться цементомъ *).

Съ верхнимъ бьефомъ и сберегательными бассейнами камерныя галлереи сообщаются круглыми колодцами, имѣющими діаметръ, равный 1,525 саж.=3,25 метр. Съ камерой галлерея сообщается 20 водопроводными окнами съ площадью поперечнаго сѣченія каждаго въ 0,136 кв. саж., расположенными въ промежуткѣ между крайними колодцами въ сберегательные бассейны и въ разстояніи между окнами въ 1,75 саж. Общая площадь водопроводныхъ оконъ составляетъ 2,74 кв. саж., что даетъ въ полтора раза увеличенную площадь галлереи. Въ верхній бьефъ галлерея входитъ двумя развѣтвленіями: однимъ непосредственно въ бьефъ, а другимъ въ шкафную часть; общая ихъ площадь равна площади сѣченія люка, въ которомъ помѣщается затворъ. Площадь люка для удобства втеканія воды въ отверстіе колодца проектирована на 45% больше сѣченія галлереи. Въ нижній бьефъ галлерея выводится не въ шкафную часть по общепринятому расположенію, а непосредственно въ каналъ бьефа (рис. 26). Такое расположеніе галлереи, подобное тому, какое сдѣлано на нѣкоторыхъ шлюзахъ Дортмундъ-Эмскаго канала, принято съ цѣлью уменьшить сопротивленіе, испытываемое при вводкѣ судна въ шлюзъ, такъ какъ при сообщеніи камеры черезъ окна и галлереи съ подходнымъ каналомъ живое сѣченіе въ головахъ шлюзовъ увеличивается на площадь двухъ галлерей.

Галлереи, будучи выведены наружу подъ нѣкоторымъ угломъ къ оси шлюза, дадутъ пересѣченіе струй воды, выходящихъ изъ нихъ, и суда, ожидающія очереди для входа въ шлюзъ на разстояніи, примѣрно равномъ длинѣ судна, не будутъ испытывать особыхъ неудобствъ отъ такого расположенія выходовъ изъ галлерей **).

---

*) Произведенные лѣтомъ 1913 года осмотры строящихся въ Германіи шлюзовъ убѣдили, между прочимъ, составителя настоящей книги, что подобная облицовка является вполнѣ надежной и достигающей своей цѣли. Такая облицовка настолько прочна, что прекрасно выдерживаетъ удары тяжелымъ молоткомъ.

**) Самая форма галлереи, расположеніе ея въ стѣнѣ камеры, сообщеніе съ бьефами и отсутствіе особой облицовки внутренней ея поверхности за счетъ слоя болѣе жирнаго раствора въ бетонѣ—не вызвали возраженій Совѣщанія.

Затворы водопроводныхъ галлерей.

Затворы водопроводныхъ галлерей проектируются разныхъ системъ въ верхней и нижней головныхъ частяхъ шлюза. Благодаря устройству стѣнки паденія и соединенію камерной галлереи съ площадкой стѣны вертикальнымъ колодцемъ, представляется удобнымъ и раціональнымъ примѣнить въ этой части галлереи цилиндрическій затворъ (рис. 25). Высота затвора получается незначительная—около 1,5 саж., выгодныя же стороны примѣненія этого типа затвора заключаются въ большой плотности перекрытія отверстія водопровода, доступности для осмотра и удобствѣ ремонта. Оборудованіе затвора противовѣсомъ облегчаетъ всѣ манипуляціи по его открыванію и закрыванію, такъ какъ приходится преодолѣвать только разницу вѣсовъ затвора и его противовѣса: треніе, противодѣйствующее движенію затвора, для этого типа отсутствуетъ.

Такими же затворами оборудованы водопроводныя галлереи, соединяющія камерные водопроводы со сберегательными бассейнами (рис. 32 и 33). Здѣсь цилиндрическій затворъ представляется наиболѣе удобнымъ, такъ какъ дѣйствіе затворовъ другихъ системъ осложняется необходимостью достичь отсутствія фильтраціи черезъ затворъ при дѣйствіи напора съ двухъ сторонъ поперемѣнно.

Какъ на интересную деталь, примѣненную въ проектѣ цилиндрическаго затвора, можно обратить вниманіе на весьма существенную для его правильной работы мелочь, учтенную на новыхъ шлюзахъ въ каналѣ Рейнъ-Герне. Части, по которымъ соприкасается цилиндръ съ кольцомъ каменнаго люка, отдѣлываются по шаровой поверхности, описанной изъ точки привѣса цилиндра, благодаря чему, даже при перекашиваніи цилиндра при его опусканіи, перекрытіе получается полное. Вѣсъ затвора для описываемаго шлюза опредѣлился въ 224 пуда безъ противовѣса. Приводимыя фотографіи (рис. 34) даютъ общее представленіе о цилиндрическихъ затворахъ типа, примѣненнаго для Камско — Иртышскаго проекта.

Въ новыхъ шлюзахъ, строящихся на каналахъ Дортмундъ-Эмсъ и Рейнъ-Везеръ, примѣняется этотъ же типъ затвора, видоизмѣненный тѣмъ, что подвижной дѣлается только нижняя часть цилиндра, ясно видная на фотографіи (рис. 35). Такому затвору можетъ быть присвоено названіе телескопическаго. Интересно отмѣтить, что

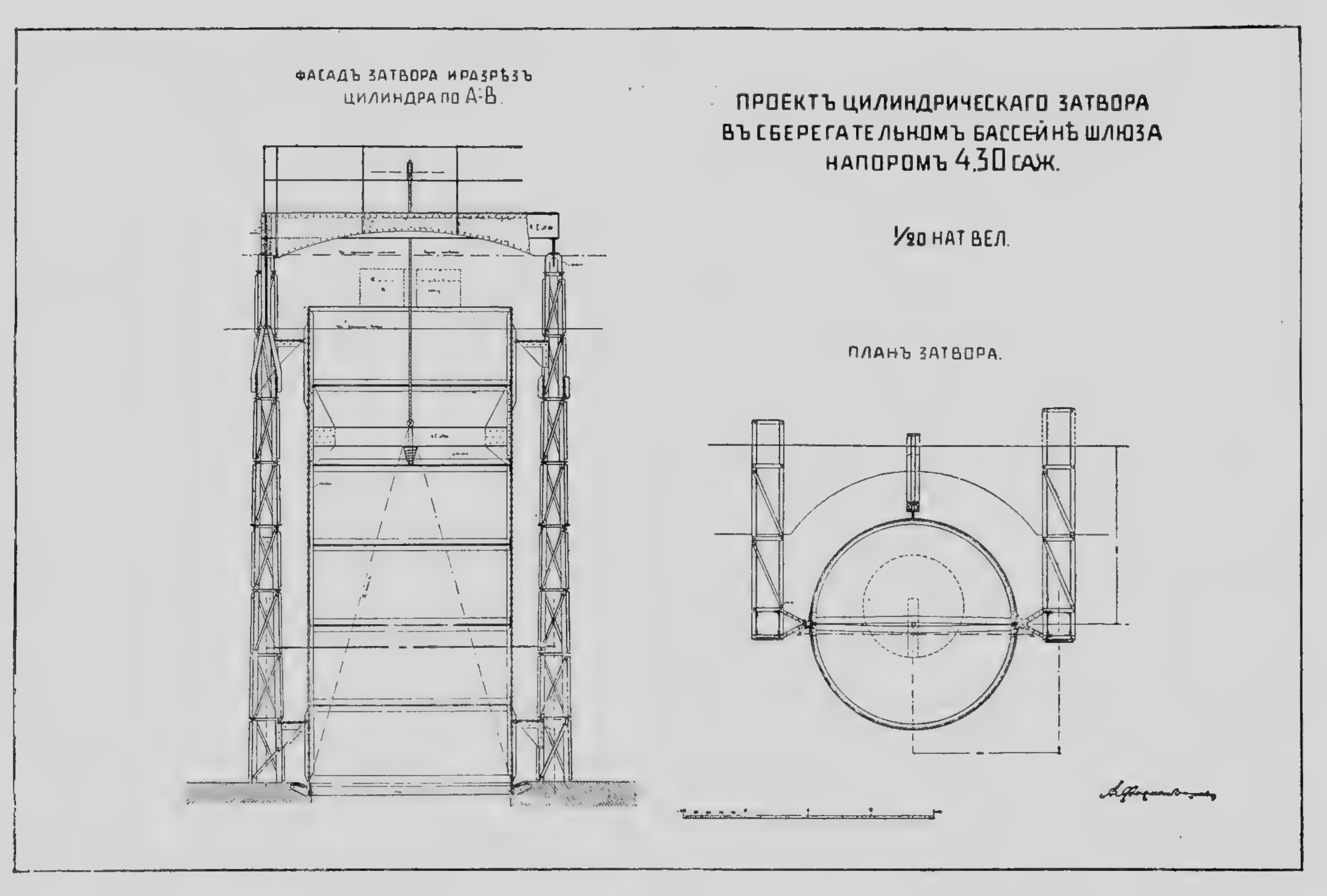
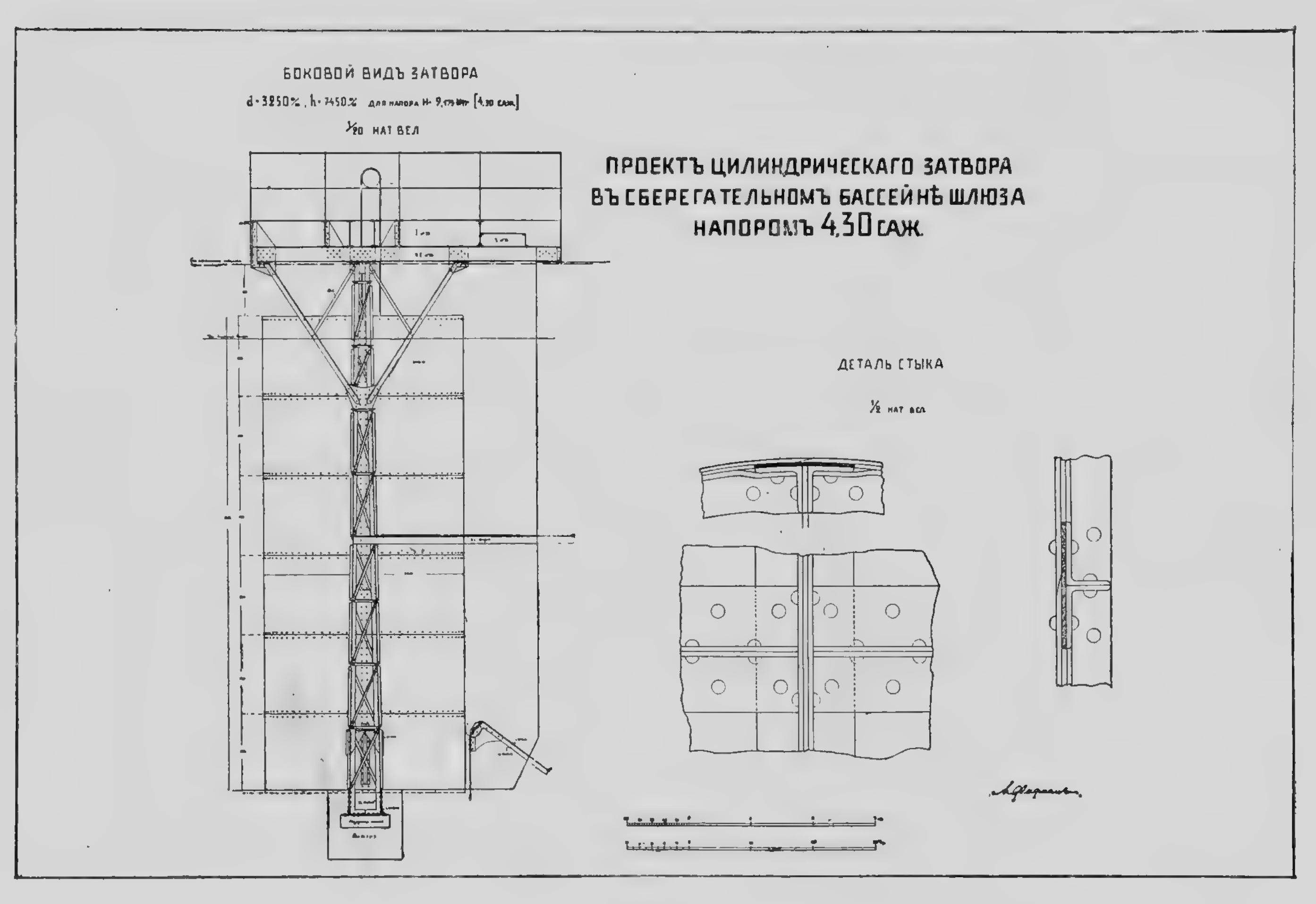

ФАСАДЪ ЗАТВОРА И РАЗРѢЗЪ
ЦИЛИНДРА ПО А-В.
ПРОЕКТЪ ЦИЛИНДРИЧЕСКАГО ЗАТВОРА
ВЪ СБЕРЕГАТЕЛЬНОМЪ БАССЕЙНѢ ШЛЮЗА
НАПОРОМЪ 4,30 САЖ.
1/20 НАТ ВЕЛ.
ПЛАНЪ ЗАТВОРА.

Рис. 32.



БОКОВОЙ ВИДЪ ЗАТВОРА
1/20 НАТ ВЕЛ
ПРОЕКТЪ ЦИЛИНДРИЧЕСКАГО ЗАТВОРА
ВЪ СБЕРЕГАТЕЛЬНОМЪ БАССЕЙНѢ ШЛЮЗА
НАПОРОМЪ 4,30 САЖ.
ДЕТАЛЬ СТЫКА
1/2 НАТ ВЕЛ

Рис. 33.

Каналъ Дортмундъ-Эмсъ.

Шлюзъ у Мюнстера.





Рис. 34.
Цилиндрическій затворъ въ сберегательномъ бассейнѣ.

Шлюзъ у Генрихенбурга.



Рис. 35.
Телескопическій затворъ въ сберегательномъ бассейнѣ.

такой конструкціи и были цилиндрическіе затворы, примѣненные впервые во Франціи на шлюзѣ Сенъ-Дени и замѣнившіе собою систему такъ называемыхъ «французскихъ» затворовъ, имѣвшихъ форму колокола. Затворы въ верхней головѣ отличаются отсутствіемъ металлическихъ колонъ и нѣсколько болѣе простою конструкціей площадки затвора, такъ какъ затворъ устанавливается въ каменномъ кругломъ люкѣ, а балки площадки затвора располагаются на каменномъ парапетѣ, построенномъ на шлюзной площадкѣ *).

Въ нижней головѣ устройство цилиндрическаго затвора представлялось неудобнымъ, вслѣдствіе расположенія галлереи и ея устья въ нижнемъ бьефѣ на одномъ уровнѣ, и нераціональнымъ въ виду большой высоты цилиндра затвора **). Нижняя голова оборудована щитовымъ затворомъ на каткахъ по типу затвора на шлюзѣ у Альтенрейне (Der Bau des Dortmund-Ems Kanals) съ нѣсколько измѣненной конструкціей осей катковъ, въ виду большого пролета отверстія водопровода и значительнаго напора воды на затворъ. О типѣ этого затвора даетъ представленіе чертежъ, помѣщенный въ главѣ VIII (рис. 75 на стр. 180). Затворъ помѣщенъ въ каменномъ прямоугольномъ люкѣ

---

*) Большая практика примѣненія цилиндрическихъ затворовъ на германскихъ искусственныхъ водныхъ путяхъ дала возможность внести много улучшеній въ этотъ типъ затвора шлюзныхъ водопроводовъ, завоевавшій среди другихъ системъ, повидимому вполнѣ заслуженно, первое мѣсто.

На старомъ Мюнстерскомъ шлюзѣ Дортмундъ-Эмскаго канала были поставлены спеціальныя изслѣдованія дѣйствія этого затвора и въ результатѣ этихъ опытовъ были внесены конструктивныя измѣненія въ направляющія приспособленія, не допускающія вращенія цилиндра втекающей въ водопроводный колодезь водою (см. Z. f. B. 1913 г., H. VII—IX).

Другое весьма существенное измѣненіе внесено въ затворахъ Нидерфиновскихъ шлюзовъ Берлинъ-Штеттинскаго воднаго пути, представляющихъ особый интересъ по своимъ размѣрамъ, приближающимся къ запроектированнымъ для Камско-Иртышской системы. Это измѣненіе касается противовѣса, замѣненнаго воздушнымъ ящикомъ, устроеннымъ въ кожухѣ цилиндра и уравновѣшивающимъ затворъ (Z. d. V. d. I. 1913 г.).

На всѣхъ этихъ вопросахъ была возможность болѣе подробно остановиться при проектированіи шлюзовъ для Черноморско-Балтійскаго воднаго пути.

**) Примѣненіе вышеописаннаго телескопическаго затвора сильно ослабляетъ значеніе этого соображенія. Генрихенбургскій шахтенный шлюзъ и всѣ 6 новыхъ караванныхъ шлюзовъ, сооруженныхъ на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ параллельно старымъ, оборудованы въ обѣихъ головахъ и сберегательныхъ бассейнахъ затворами этого типа.

въ шкафной стѣнѣ и ограждается съ двухъ сторонъ пазами для возможности отдѣлить затворъ шандорами, какъ со стороны камеры, такъ и со стороны нижняго бьефа, для осмотра и на случай ремонта. Вѣсъ затвора, при паденіи въ шлюзѣ, равномъ 4,3 саж., опредѣлился въ 177 пуд. безъ противовѣса *).

Типы затворовъ были проектированы студентомъ Петроградскаго Политехническаго Института Э. Ѳ. Клявинымъ, имъ же были составлены формулы, выражающія зависимость вѣса затвора отъ паденія въ шлюзѣ и размѣровъ водопроводной галлереи (эти формулы приведены ниже въ главѣ IX).

Типы камерныхъ стѣнъ.

Камерныя стѣны шлюза спроектированы по типу Мюнстерскаго шлюза на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ (Der Bau des Dortmund-Ems Kanals, 1902). Необходимая ширина стѣны по верху принята въ 2,00 саж. Возвышеніе площадки надъ уровнемъ бьефа принято въ 0,40 саж., имѣя въ виду обезопасить площадки отъ затопленія на случай внезапнаго паводка, возможнаго при прорывѣ плотины одного изъ значительныхъ прудовъ, устроенныхъ на многихъ притокахъ Чусовой. Основная толщина стѣны принята въ 1,20 саж., внутренняя грань вертикальна, а наружная имѣетъ уклонъ 1 : 2.

Ширина въ 2,00 саж. по верху достигается устройствомъ аркады съ наружной грани для типа стѣны, ограждающей камеру со стороны рѣки и сберегательныхъ бассейновъ, или устройствомъ бермы изъ земляной засыпки съ соотвѣтствующими укрѣпленіями откосовъ и площадки для стѣны со стороны берега, или рѣчной дамбы (рис. 26).

Представляется возможнымъ и даже желательнымъ, какъ это выяснилось при примѣненіи составленнаго проекта къ мѣстнымъ

*) Какъ показала практика примѣненія подобнаго типа затворовъ на нѣмецкихъ шлюзахъ, эти затворы не оправдали возлагавшихся на нихъ надеждъ и требовали весьма частаго ремонта. Поэтому въ большинствѣ случаевъ, какъ указано выше, они уступали мѣсто цилиндрическимъ. Также практикой чешскихъ и нѣмецкихъ водныхъ путей былъ выдвинутъ новый типъ затвора, секторнаго, разработаннаго тоже для проекта Черноморско-Балтійскаго пути. Вѣсъ металла въ затворахъ этого типа характеризуется нижеприводимыми цифрами:

Паденіе въ шлюзѣ въ саж.	Площадь водоп. гал. въ кв. мтр.	Вѣсъ затвора въ пуд.
1,00	3,00	31,5
2,00	4,31	68,89
3,00	5,32	104,27
4,50	6,70	151,95

условіямъ, и съ береговой стороны устраивать стѣнку рѣчного типа также и при отсутствіи сберегательныхъ бассейновъ.

Устройство стѣнки такого типа обходится незначительно дороже, чѣмъ берегового; такъ соотвѣтствующими подсчетами для сооруженія № 16 это удороженіе на весь шлюзъ опредѣлилось около 650 рублей. Между тѣмъ работа стѣнки незасыпанной оказывается въ значительно лучшихъ условіяхъ, чѣмъ работа засыпанной, берегового типа; это ясно изъ приводимыхъ далѣе въ этой главѣ разсчетовъ стѣнъ камеры шлюза, какъ того, такъ и другого типа. Въ особенности рѣзко разница проявляется въ распредѣленіи давленія на фундаментъ или на грунтъ. Послѣднее столь неблагопріятно для стѣнки берегового типа шлюзовъ, имѣющихъ паденіе, превышающее 3,00 сажени, что, какъ это указывается въ главѣ VIII, посвященной разсчетамъ шлюзныхъ фундаментовъ, пришлось отказаться для шлюзовъ большого паденія, расположенныхъ не на скалѣ, отъ устройства въ нихъ засыпанныхъ стѣнъ.

Не полная засыпка стѣнъ шлюза, а устройство только бермы для созданія необходимой ширины площадки даетъ возможность устроить за шлюзною стѣнкою кюветъ, сообщающійся съ нижнимъ бьефомъ, служащій лучшимъ дренажемъ засыпки за стѣною.

Особыхъ неудобствъ подобное устройство вызвать не можетъ, такъ какъ шлюзная площадка устраивается вполнѣ широкой для обслуживанія шлюза во время его работы необходимымъ персоналомъ. Это устройство дало возможность при разсчетѣ распора земли на стѣну задаться не особенно тяжелыми условіями для работы стѣны, вызвавшими, какъ указывалось выше (см. примѣчаніе на страницѣ 12) возраженіе Техническаго Бюро.

Дѣлая въ наружной грани стѣны вертикальный уступъ высотою въ 1,5 метр., представляется вполнѣ удобнымъ расположить въ нижней части стѣны водопроводную галлерею лотковаго профиля съ необходимой по разсчету площадью сѣченія.

Дно камеры запроектировано по двумъ типамъ: на скалистыхъ грунтахъ уложенъ слой облицовки изъ бута, толщиною въ 0,15 саж., а на землистыхъ грунтахъ эта толщина доведена до 0,30 саж.

Нижняя площадка на концѣ упорной стѣны нижней головы

возвышается отъ 0,40 до 1,20 сажени надъ уровнемъ нижняго подпорнаго горизонта, принимая во вниманіе возможное повышеніе его при проходѣ высокихъ водъ. Послѣднее для шлюза № 16 опредѣлилось отмѣткой 82,30 саж. надъ уровнемъ Балтійскаго моря. Эта площадка соединена съ площадкой шлюза каменной лѣстницей, врѣзанной въ тѣло упорной стѣны съ ея наружной стороны. Вырѣзъ для помѣщенія лѣстницы въ упорной стѣнѣ именно съ этой стороны оказывается весьма выгоднымъ для работы упорной стѣны шлюза, воспринимающей распоръ отъ воротъ, поэтому помѣщеніе лѣстницъ съ внутренней стороны, болѣе удобное для эксплоатаціи шлюза, нераціонально, и если такъ сдѣлано на Мюнстерскомъ шлюзѣ, то очевидно лишь въ виду того, что упорная стѣна, служащая также устоемъ моста черезъ шлюзъ, получилась вслѣдствіе этого гораздо большей, чѣмъ это было нужно только для воспринятія распора отъ воротъ *).

Облицовки. Всѣ видимыя поверхности частей шлюза по проекту предположено облицевать камнемъ. По роду примѣненнаго матеріала и качеству его обработки, облицовка этихъ поверхностей подраздѣляется на три категоріи: мелкая, средняя, крупная облицовка и, особо выдѣленная, тесовая кладка изъ штучныхъ камней.

Въ разрядъ мелкой облицовки вошли всѣ поверхности стѣнъ камеръ съ внутренней стороны, щеки сводовъ и стѣны люковъ, въ которыхъ помѣщены затворы водопроводныхъ галлерей. Въ проектѣ было предположено, что мелкая облицовка будетъ выполняться изъ того же матеріала, который пойдетъ въ бутовую кладку, и что обработкѣ будетъ подвергаться только лицевая поверхность и швы камней, причемъ эта обработка будетъ состоять въ гру-

---

*) Внутреннюю грань стѣнъ, предположенную въ типовыхъ шлюзахъ съ паденіями въ 4,30—3,00 и 1,90 саж. вертикальной, Совѣщаніе предложило устраивать съ уклономъ отъ $^1/_{10}$ въ шлюзахъ малыхъ паденій до $^1/_{50}$ въ шлюзахъ большихъ паденій, имѣя въ виду, главнымъ образомъ, болѣе легкую околку и удаленіе льда въ камерѣ съ наклонными стѣнами, удобство расположенія по нимъ охранныхъ брусьевъ, а также и большую устойчивость шлюзныхъ стѣнъ съ наклонной внутренней гранью. Устройство задней грани по наклонной прямой Совѣщаніе одобрило, принимая во вниманіе ея преимущество въ смыслѣ условій работы стѣны и количества матеріала.

бомъ приколѣ и околкѣ лица. Расцѣнка мелкой облицовки произведена по § 368 Урочнаго Положенія, указывающаго на необходимость поставить для выполненія этой работы 10 каменьщиковъ на 1 кв. саж. лица *).

Средняя и крупная облицовка назначена на всѣ углы и выступающія линіи на поверхности стѣнъ камеры: такъ облицовывались пороги, выходящіе вертикальные углы головъ, шкафныхъ частей, нишъ для стремянокъ, кордоны площадокъ, шандорные пазы и входящіе углы шкафовъ, причемъ двѣ послѣднія линіи были отнесены къ болѣе дорогой крупной облицовкѣ, а всѣ остальныя—къ средней. Въ качествѣ матеріала для этихъ категорій облицовокъ было предположено примѣнять камень отборный, какъ по своимъ качествамъ, такъ и по величинѣ; въ виду этого, его цѣна была принята въ 20 разъ превышающей цѣну обыкновеннаго бутоваго камня. Для обработки этого рода облицовки примѣнена получистая теска.

Короли и вереяльныя выкружки, какъ части, которыя должны быть весьма тщательно обработаны и состоять изъ большихъ камней, предположены по проекту изъ кладки получисто отесанныхъ штучныхъ камней. Матеріаломъ для этихъ частей шлюза выбранъ первосортный камень (гранитъ изъ Исетскихъ карьеровъ), въ соотвѣтствіи съ чѣмъ и принята его стоимость въ 1.200 руб. за 1 куб. саж. въ дѣлѣ.

Наружныя поверхности незасыпанныхъ стѣнъ рѣчного типа, обращенныхъ къ сберегательнымъ бассейнамъ, предположено никакой облицовкѣ не подвергать, и на этихъ поверхностяхъ предполагалось произвести лишь расшивку швовъ цементнымъ растворомъ для приданія кладкѣ возможно большей водонепроницаемости.

Горизонтальныя поверхности шлюзныхъ площадокъ между кордонными рядами выстилаются лещадной плитой.

---

*) Облицовку боковыхъ наружныхъ граней головъ, предположенную по проекту приколомъ, Совѣщаніе рекомендовало выполнить изъ болѣе массивныхъ и тщательно околотыхъ камней, для лучшаго пропуска льда, точно такъ же, какъ и внутреннія грани упорныхъ стѣнъ во входной части, имѣя въ виду возможность наваливанія судна бортомъ на камни облицовки и могущія быть при острыхъ ребрахъ камней поврежденія.

Причальныя приспособленія.

Для причала судовъ, на уровнѣ шлюзной площадки предполагается установить чугунныя тумбы, типа, принятаго на шлюзахъ Сѣвернаго Донца. Въ камерѣ шлюза тумбы устанавливаются примѣрно черезъ 10 саж. и по одной тумбѣ въ головныхъ частяхъ; число тумбъ на весь шлюзъ опредѣляется въ 12 штукъ. Вѣсъ тумбы около 15 пудовъ (рис. 36).

Въ промежуткахъ между тумбами задѣлываются въ кладку причальные рымы американской конструкціи, допускающіе сбросъ каната при подъемѣ судна въ камерѣ. Общее число рымовъ для всего шлюза—14. Одинъ рядъ рымовъ расположенъ на уровнѣ кордона площадки, другой на 0,40 саж. выше горизонта нижняго бьефа, третій между первыми двумя. Вѣсъ такого рыма—около 5 пудовъ (рис. 36).

Для сообщенія шлюзной площадки съ судами, находящимися на разной высотѣ въ шлюзѣ, а также для спуска на дно шлюза, устраиваются желѣзныя стремянки съ каждой стороны по 4 въ камерѣ и по одной въ каждой головѣ. Двѣ камерныя стремянки и головныя предполагается опустить до дна шлюза, а остальныя до горизонта нижняго бьефа. При принятыхъ размѣрахъ камеры среднее разстояніе между стремянками получается около 10 саженей. Вѣсъ 1 пог. сажени стремянки около 3 пудовъ.

Механическое оборудованіе шлюза и приспособленія для ремонта.

Оборудованіе шлюза механизмами состоитъ изъ механическихъ приспособленій для открыванія и закрыванія воротъ, водопроводныхъ затворовъ, приспособленій для ввода и вывода судовъ, разсчитанныхъ, какъ на ручное дѣйствіе, такъ и на электрическое.

Проектъ этого оборудованія былъ составленъ инженеромъ Г. О. Графтіо.

Разработанные въ проектѣ механизмы предположены для производства операцій на незатопляемыхъ шлюзахъ. Тѣ же механизмы съ небольшими видоизмѣненіями примѣнимы и для затопляемыхъ шлюзовъ.

Механизмы двухполотныхъ воротъ съ вертикальными осями состоятъ для каждаго полотна изъ горизонтальнаго (въ видѣ клепанной коробчатой балки), шатуна (рис. 37), однимъ концомъ насаженнаго на цапфу, расположенную на верхней грани по-

Причальная тумба 1/20 н.в.

Размѣры въ cmetr.

Рымъ.

Рис. 36.

Причальныя приспособленія въ шлюзѣ.

лотнища, примѣрно на $^1/_3$ длины его отъ центра вращенія, а другимъ на палецъ большого ведущаго колеса, вращающагося около

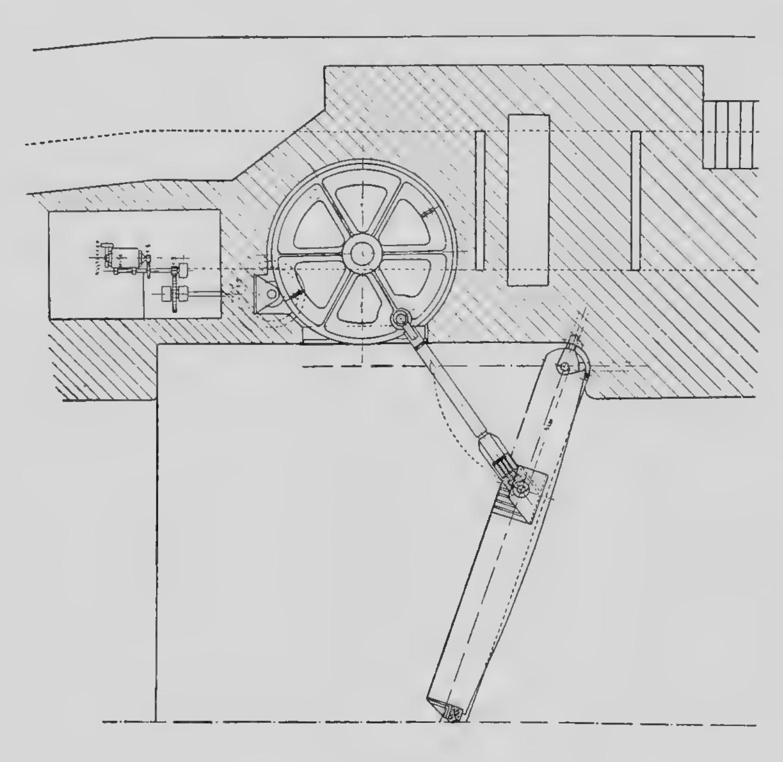


Рис. 37.

Механизмъ двустворчатыхъ воротъ.

вертикальной оси, снабженнаго зубчаткою по окружности и приводимаго въ движеніе отъ электрическаго мотора посредствомъ системы зубчатыхъ передачъ. Означенное ведущее колесо вращается на рядѣ катковъ вокругъ вертикальнаго шкворня, задѣланнаго въ пяту. Операція полнаго поворота полотнища воротъ производится вращеніемъ ведущаго колеса на уголъ $172^0\ 30'$.

Описаннымъ механизмомъ обезпечивается достиженіе наибольшихъ усилій при наименьшихъ скоростяхъ перемѣщенія полотнища вблизи конечныхъ положеній послѣдняго и наибольшихъ скоростей перемѣщенія въ среднихъ положеніяхъ. Кромѣ того, для ослабленія ударовъ при проходѣ полотнища въ конечныя положенія, а также

при началахъ движенія, шатунъ сдѣланъ составнымъ и въ концѣ своемъ, ближайшемъ къ цапфѣ на полотнищѣ, снабженъ системою сильныхъ пружинъ, обусловливающихъ возможность незначительнаго укороченія и удлиненія шатуна.

Полная операція закрытія или открытія воротъ описаннымъ механизмомъ совершается въ теченіе около 47 секундъ, при средней линейной скорости перемѣщенія створныхъ столбовъ около 0,27 метра въ секунду.

Скорость вращенія ведущаго колеса—около 0,612 оборота въ минуту, мотора—около 470 оборотовъ въ минуту.

Моторъ снабженъ реле, автоматически выключающимъ его въ моментъ подхода полотнища въ каждое изъ обоихъ крайнихъ положеній, и электромагнитнымъ тормазомъ, который включается также помощью реле въ моментъ выключенія мотора.

Вѣсъ всего механизма (кромѣ мотора) для одного полотнища составляетъ для паденій въ 4,30, 3,00, 1,90 и 0,75 сажени соотвѣтственно около 23, 20, 17 и 15 тоннъ.

Мощности моторовъ соотвѣтственно около 30, 25, 20 и 15 силъ.

Операція закрытія и открытія воротъ при описанномъ механизмѣ можетъ совершаться и вручную, конечно, съ значительно меньшею скоростью, для каковой цѣли валъ мотора выпущенъ изъ подшипника и снабженъ квадратною головкою, на которую можетъ быть насаженъ штурвалъ.

Механизмы для управленія однополотными воротами съ горизонтальной осью вращенія (два тождественныхъ механизма для каждыхъ воротъ) состоятъ каждый изъ большого шкива (рис. 38), приболченнаго къ коническому зубчатому колесу съ вертикальною осью вращенія, играющему роль ведущаго колеса и приводимому въ дѣйствіе моторомъ, или вручную.

На шкивъ наворачивается стальной канатъ, однимъ концомъ прикрѣпленный къ ободу шкива, а другимъ—къ боковымъ стойкамъ полотнища воротъ, причемъ надлежащее направленіе канату дается отбойнымъ блокомъ съ горизонтальнымъ валомъ. Закрѣпленіе каната на ободѣ большого шкива сдѣлано при помощи стяж-

ного винта, дающаго возможность регулировать длину каната надлежащимъ образомъ.

Продолжительность операцiи поднятiя полотнища воротъ—около 49 секундъ, при средней линейной скорости крайняго горизонталь-

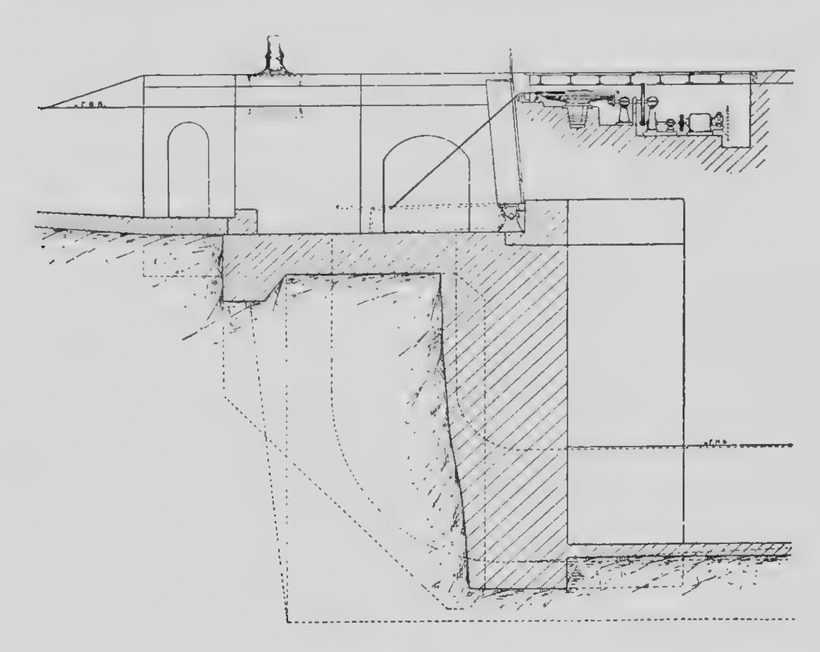


Рис. 38.
Механизмъ воротъ на горизонтальной оси.

наго ребра полотнища около 0,112 метра въ секунду, причемъ ведущiй шкивъ за время такой операцiи поворачивается на 0,744 оборота, что соотвѣтствуетъ 0,91 оборота его въ минуту. Моторъ при этомъ дѣлаетъ 450 оборотовъ.

Мощность мотора принята въ 7,5 силъ изъ разсчета возможности совершенiя операцiи поднятiя полотнища съ заполненными водою воздушными ящиками. Принятiе болѣе сильныхъ моторовъ, не оказывая практически почти никакого влiянiя на общую стоимость механизма, обезпечиваетъ болѣе надежное дѣйствiе при всѣхъ обстоятельствахъ.

Полный вѣсъ пары механизмовъ для однополотныхъ воротъ съ горизонтальною осью вращенiя, при глубинѣ надъ порогомъ стѣнки паденiя въ 1,20 сажени, составляетъ около 20 тоннъ.

Дѣйствіе механизмовъ для затворовъ цилиндрическихъ и щитовыхъ состоитъ въ поднятіи или опусканіи, путемъ вращенія безконечнаго винта, гайки съ нарѣзкою, къ которой при помощи трубчатаго, а затѣмъ сплошного стержня прикрѣпленъ самый затворъ (рис. 39 и 40).

Для производства операціи передвиженія судовъ въ предѣлахъ камеры, изъ двухъ возможныхъ комбинацій: 1) подвижного электро-

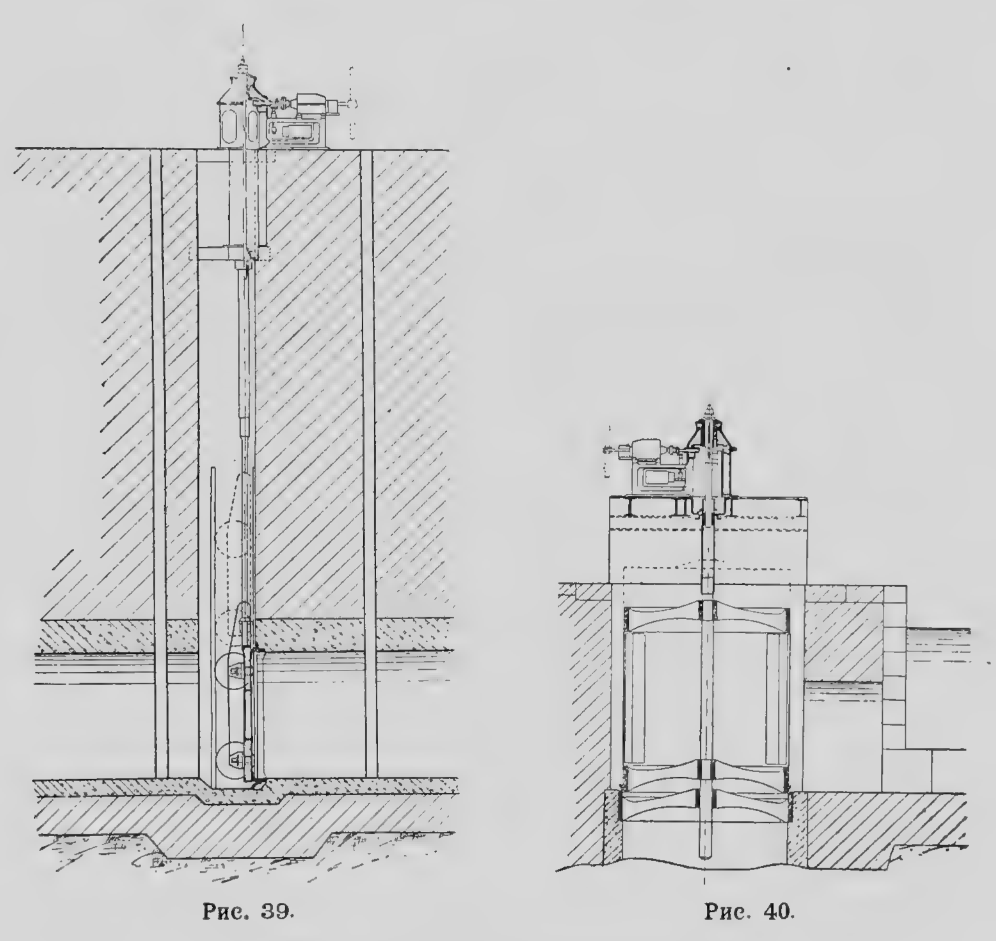


Рис. 39. Рис. 40.

Механизмы затворовъ водопроводовъ.

возика (подвижной лебедки) и 2) электрическихъ кабестановъ, авторъ проекта остановился на послѣдней, какъ болѣе экономичной и въ данномъ случаѣ несравненно болѣе удобной, при условіи

устраненія неудобствъ и потери времени, связанныхъ съ выравниваніемъ и переносомъ конца каната, выбираемаго съ кабестана, а также съ подачей каната къ той или иной части шлюза.

Для совершенія означенныхъ вспомогательныхъ операцій предложено устройство вдоль каждой изъ продольныхъ стѣнокъ шлюза особой канатной передачи, состоящей изъ безконечнаго стального (изъ тигельной стали) тросса, діаметромъ $^{3}/_{8}{}''$, перекинутаго черезъ два шкива, расположенныхъ по концамъ шлюза, вблизи соотвѣтствующихъ кабестановъ (рис. 41). Шкивы расположены у одного конца шлюза на спеціальныхъ металлическихъ опорахъ, у другого—частью на металлической же опорѣ, частью на усиленной стѣнкѣ пристройки надъ механизмомъ цилиндрическаго затвора (пристройка предназначена служить и въ качествѣ центральнаго пункта электрическаго управленія всѣми механизмами шлюза). Со стороны пристройки шкивъ приводится въ движеніе въ ту или иную сторону небольшимъ моторомъ. Здѣсь же устроенъ компенсаторъ для автоматическаго сохраненія натяженія въ стальномъ троссѣ въ предѣлахъ $^{1}/_{8}$—$^{1}/_{10}$ временнаго его сопротивленія.

Нисшая точка нижняго пролета тросса расположена (въ свободномъ состояніи) на высотѣ 1 метра надъ уровнемъ стѣнки шлюза. Стрѣла провѣса при этомъ около 1,30 метра.

Скорость перемѣщенія безконечнаго тросса нѣсколько больше заданной скорости перемѣщенія судна въ камерѣ (составляющей для баржи въ 50 саженъ около 0,45 метра въ секунду). Управленіе движеніемъ тросса (ходъ въ одномъ или другомъ направленіи, остановка) совершается двумя педалями, расположенными въ предѣлахъ досягаемости ноги управляющаго работой любого изъ двухъ кабестановъ, обслуживаемыхъ безконечнымъ троссомъ. Конецъ выбираемаго или передаваемаго вдоль стѣнки шлюза каната или снасти навѣшивается особымъ зажимомъ съ крюкомъ на нижній пролетъ безконечнаго тросса и послѣднимъ протаскивается въ нужномъ направленіи, съ необходимыми остановками, на нужное мѣсто.

Мощность каждаго кабестана—около 18 силъ; тяговое усиліе при работѣ на маломъ барабанѣ около 5.000 кгр. при скорости около 0,25 метровъ въ секунду.

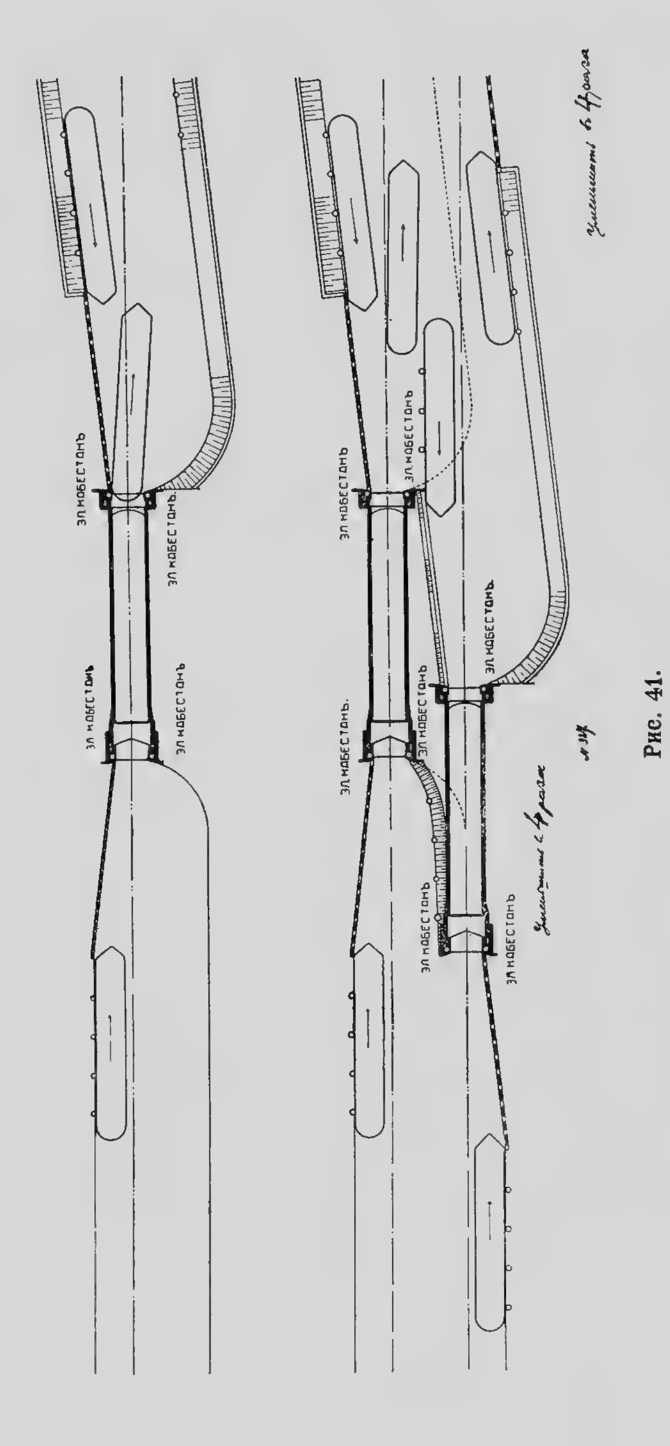


Рис. 41.

Электромеханическія приспособленія для тяги судовъ при шлюзованіи.

При работѣ на большомъ (нижнемъ) барабанѣ тяговое усиліе—около 2.500 кгр., при скорости около 0,50 метра въ секунду.

Въ виду большей быстроты каждой операціи и болѣе быстраго слѣдованія одной операціи за другой, а также возможности устройства полной централизаціи управленія механизмами, въ проектѣ была разработана система электрическаго контроля операцій и система взаимнаго замыканія во избѣжаніе фальшивыхъ операцій, могущихъ повлечь катастрофу или аварію.

Въ надстройкѣ надъ однимъ изъ затворовъ кромѣ обычныхъ приборовъ управленія токомъ въ отдѣльныхъ цѣпяхъ и необходимыхъ измѣрительныхъ приборовъ (вольтметровъ и амперметровъ) предложено устройство особаго стола, на которомъ въ миніатюрѣ представленъ весь шлюзъ съ его подвижными частями: верхними и нижними воротами, цилиндрическими и щитовыми затворами, а также указателями уровня воды въ камерѣ и обоихъ бьефахъ.

Подвижныя части, какъ то: полотна воротъ, затворы, сдѣланы изъ аллюминія и при помощи электрическихъ синхронныхъ индикаторовъ, занимаютъ на миніатюрномъ изображеніи шлюза въ точности тѣ положенія, которыя соотвѣтствующія части занимаютъ въ натурѣ.

Средняя стоимость электромеханическаго оборудованія шлюза описанными механизмами при условіи полученія тока со своихъ гидроэлектрическихъ установокъ опредѣлилась по проекту въ 45.000 рублей.

За недостаткомъ времени, не былъ разработанъ вопросъ о конструкціяхъ для временнаго закрытія камеры въ случаѣ необходимости ремонта воротъ. При большой ширинѣ нашихъ шлюзовъ, этотъ вопросъ является гораздо болѣе сложнымъ, чѣмъ для шлюзовъ заграничныхъ. Для полноты смѣты на устройство шлюзовъ въ нее была внесена стоимость подобнаго рода шандорныхъ загражденій по типу устраиваемыхъ на строящихся шлюзахъ Сѣвернаго Донца.

2. Разсчетъ времени наполненія и водопроводныхъ галлерей.

Шлюзъ паденіемъ 4,30 саж. Сливная призма шлюза опредѣляется, имѣя основные размѣры камеры по чертежу № 1 (рис. 42).

$$V = \left\{\left[51,6 \times 8 + 9,40 \times 5,3 - 2 \times 4,8 \times 0,5 - \frac{8 \times 1,4}{2}\right] + \right.$$
$$\left. + 7,75\right\} \times 4,3 + (1,9 \times 8,00 - 7,75) \times 1,90 = 1977,87 +$$
$$+ 14,16 = 1.992,03 \text{ саж.}^3.$$

Если принять:

T—время наполненія шлюза	460 сек.
V—объемъ сливной призмы	1.992,03 куб. саж.
ω—площадь сѣченія галлереи въ кв. саж.	
g—ускореніе силы тяжести	4,6 саж./сек.
H—паденіе	4,30 саж.
μ—коэффиціентъ сопротивленій	0,60

Величина коэффиціента μ выбрана на основаніи соображеній, приведенныхъ ниже въ главѣ XI.

$$T = \frac{2V}{\mu\,\omega\sqrt{2gH}}, \text{ откуда}$$

$$\omega = \frac{2 \times 1.992,03}{0,60 \times 460 \times \sqrt{2 \times 4,6 \times 4,3}} = 2,291 \text{ кв. саж.}$$

Предполагая, что шлюзъ оборудованъ бассейнами для сбереженія воды при шлюзованіи, вышеопредѣленную величину площади сѣченія галлереи приходится увеличить, для того, чтобы сохранить принятое время наполненія камеры въ 460 секундъ. Въ случаѣ устройства при шлюзѣ бассейновъ на трехъ уровняхъ, сберегающихъ 60% сливной призмы, отношеніе увеличенной площади къ нормальной при отсутствіи сберегательныхъ бассейновъ, опредѣленное на основаніи графика, приводимаго ниже въ главѣ XI о сбереженіи воды при шлюзованіи (рис. 8 на стр. 225), должно быть принято равнымъ 1,58. Слѣдовательно:

$$\omega_1 = 1,58 \times \omega = 1,58 \times 2,291 = 3,62 \text{ кв. саж.}$$

При принятомъ времени наполненія, средняя скорость поднятія уровня воды въ камерѣ получается допустимая для безопасности шлюзуемаго судна:

6*

$$u = \frac{H}{T} = \frac{4{,}30}{460} = 0{,}0093 < 0{,}01 \text{ саж.}$$

Средняя скорость протеканія воды по галлереѣ:

$$v = \frac{V}{460 \times 3{,}620} = \frac{1.992{,}03}{460 \times 3{,}620} = 1{,}19 \text{ саж.}$$

Вычисленная площадь сѣченія раздѣлена на двѣ галлереи съ площадью поперечнаго сѣченія каждой, равною $\frac{\omega_1}{2} = 1{,}81$ кв. саж.

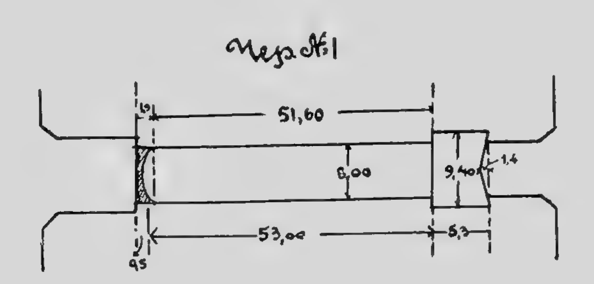
Галлереи въ камерныхъ стѣнахъ проектированы лотковаго профиля по чертежу № 2 (рис. 42), принимая очертаніе верхняго свода галлереи по коробовой кривой о двухъ центрахъ. Площадь отверстія принятаго профиля $= 1{,}825$ кв. саж.

Въ верхней головѣ это лотковое сѣченіе галлереи преобразовывается въ круглое, имѣющее одинаковую площадь, для сопряженія галлереи съ вертикальнымъ водопроводнымъ колодцемъ головы. Діаметръ круглаго сѣченія:

$$d = 2\sqrt{\frac{1{,}825}{\pi}} = 1{,}525 \text{ саж.} = 3{,}25 \text{ метр.}$$

Люкъ, въ которомъ устанавливается цилиндрическій затворъ, устраивается также круглымъ, діаметра, равнаго 1,80 сажени, съ площадью въ 2,545 кв. саж., что больше площади сѣченія затвора приблизительно на 40%. Съ верхнимъ бьефомъ люкъ соединяется двумя каналами прямоугольнаго сѣченія, перекрытаго пологимъ цилиндрическимъ сводомъ. Одинъ каналъ ведетъ непосредственно въ бьефъ, а другой—въ шкафную часть. Въ своихъ устьяхъ каналы слегка расширяются, ихъ общая площадь равна нѣсколько увеличенной площади сѣченія люка. Въ предѣлахъ нижней головы водопроводная галлерея также преобразуется въ прямоугольный профиль съ верхней сводчатою частью, съ двоякою цѣлью: во-первыхъ, чтобы поднять низъ галлереи до уровня дна въ нижнемъ бьефѣ и, во-вторыхъ, для образованія болѣе выгодной формы сѣченія для помѣщенія въ галлереѣ щитового затвора съ его шандорными загражденіями. Профиль этой части водопровода изображенъ на чертежѣ № 3 (рис. 42).

Время наполненія камеры шлюза, имѣющаго паденіе въ 3,00 саж., предположено сохранить то же, что и для шлюза па- **Шлюзъ паденіемъ 3,00 саж.**



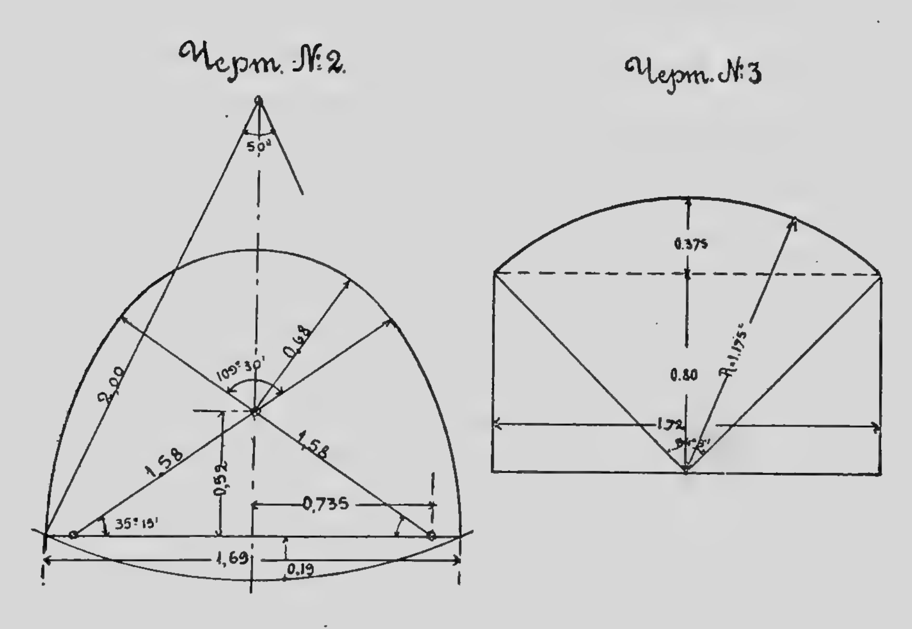


Рис. 42.

деніемъ 4,30 саж., т. е. 460 секундъ. Разсчетъ необходимой площади галлерей ведется въ предположеніи, что шлюзъ оборудованъ бассейнами на 3 уровняхъ, сберегающими 60% сливной призмы и имѣющими каждый площадь, равную площади камеры.

Объемъ сливной призмы шлюза, опредѣляемый аналогично изложенному въ разсчетѣ галлерей для шлюза съ паденіемъ въ 4,3 сажени:

$$(412{,}8+49{,}82-5{,}6-4{,}8+7{,}75)\times 3+8{,}94=1379{,}91+$$
$$+8{,}94=1388{,}85\backsim 1389 \text{ кб. саж.}$$

Подставляя найденную величину въ формулу для опредѣленія времени наполненія:

$$T=\frac{2\,V}{\mu\,\omega\sqrt{2gH}}=460$$

откуда площадь сѣченія двухъ водопроводныхъ галлерей:

$$\omega=\frac{2\times 1.389}{0{,}60\times 460\times\sqrt{2\times 4{,}6\times 3}}=1{,}93 \text{ кв. саж.}$$

Площадь сѣченія одной водопроводной галлереи

$$\omega'=\frac{1{,}93}{2}=0{,}965 \text{ кв. саж.}$$

Увеличивая полученное значеніе въ 1,58 раза:

$$\omega_1=1{,}58\times 0{,}965=1{,}525 \text{ кв. саж.}$$

Водопроводныя галлереи помѣщены въ стѣнахъ камеры и имъ придано очертаніе, подобное изображенному на черт. № 2 (рис. 42) для шлюза наибольшаго паденія, но со слѣдующими основными размѣрами:

Наибольшая ширина 1,405 саж.
Ширина лотка поверху $=0{,}69\times 2=1{,}380$ саж.
Стрѣлка лотка 0,20 саж.

Площадь водопровода съ этими размѣрами опредѣлилась подсчетомъ въ **1,511** кв. саж. причемъ:

Площадь выше пятовой части: $\omega_1=1{,}324$ кв. саж.
Площадь лотка: $\omega_2=0{,}1872$ кв. саж.
Периметръ выше пятовой части **3,04** саж.
» лотка **1,456** саж.
Весь периметръ **4,496** саж.
Длина средней линіи свода — $1{,}326+2{,}224=3{,}55$ саж.

Водопроводная галлерея въ стѣнѣ нижней головы шлюза также имѣетъ очертаніе своего поперечнаго сѣченія, аналогичное принятому для шлюза съ паденіемъ 4,30 саж.

Площадь	прямоугольной части	1,312	кв.	саж.
»	сегмента	0,211	»	»
»	полнаго отверстія	1,523	»	»

Продольная галлерея соединяется съ камерою 17 водопроводными окнами съ площадью каждаго въ 0,136 кв. саж. и съ общей площадью оконъ въ 2,288 кв. саж., что составляетъ въ полтора раза увеличенную площадь галлереи 1,525 кв. саж. *).

3. Разсчетъ стѣнъ шлюза съ паденіемъ 4,30 саж.

При разсчетѣ стѣнъ шлюза необходимо выдѣлить головныя части: верхнюю, нижнюю, и камерную часть, такъ какъ стѣны, ихъ образующія, находятся въ разныхъ условіяхъ работы. Имѣя въ виду, что всѣ шлюзы проектируемой водной системы Кама-Иртышъ предполагается располагать въ нижнемъ бъефѣ, сопрягая верхнее откосное крыло шлюза съ плотиною или помѣщая шлюзъ въ дериваціонномъ каналѣ, наиболѣе невыгоднымъ условіемъ работы стѣнъ шлюза является наполненіе камеры шлюза до горизонта верхняго бьефа. Тѣмъ болѣе это замѣчаніе относится къ шлюзу большого паденія, который проектируется оборудовать сберегательными бассейнами, располагаемыми въ общемъ случаѣ по обѣ стороны шлюза. Примѣненіе проектируемаго типового шлюза къ мѣстнымъ условіямъ доказало выгодность устройства обѣихъ стѣнъ шлюза, въ особенности большихъ паденій, одинаковыми, безъ засыпки за нихъ грунта, но въ проектѣ были разработаны два

*) Послѣ измѣненія полезной длины камеры и увеличенія ея глубины при разсмотрѣніи проекта въ Техническомъ Бюро, соотвѣтственно измѣнились сливная призма и время наполненія камеры шлюзовъ. Въ дальнѣйшихъ своихъ разсчетахъ Бюро исходило изъ того же, что въ проектѣ, времени наполненія камеры въ 460 сек., но пересчета размѣровъ водопроводныхъ галлерей произведено не было, поэтому весь дальнѣйшій разсчетъ стѣнъ шлюза, приводится въ томъ видѣ, какъ это было сдѣлано въ проектѣ.

типа стѣнъ: рѣчной, безъ засыпки грунта за стѣну, и береговой, съ засыпкою всего котлована, или присыпкою бермы къ стѣнѣ. Для второго типа должна быть провѣрена устойчивость и прочность стѣнъ, нагруженныхъ давленіемъ земляной засыпки при опорожненной камерѣ шлюза. На основаніи мѣстныхъ условій, въ которыхъ предполагается осуществленіе шлюзовъ большихъ паденій, грунтъ у подошвы стѣнъ проектируемаго шлюза предположенъ скалистымъ.

Нижняя головная часть.

Нижняя голова шлюза образована упорными и шкафными стѣнами: первыя находятся въ предѣлахъ нижняго бьефа и работаютъ, воспринимая распоръ воротъ, нагруженныхъ давленіемъ воды со стороны камеры, наполненной до уровня верхняго бьефа, а вторыя находятся въ условіяхъ стѣнъ камеры шлюза.

Пользуясь типовыми проектами двустворчатыхъ воротъ, опредѣлены размѣры шкафной части нижней головы и положеніе воротъ. Ворота на основаніи графика вѣсовъ воротъ разныхъ системъ (рис. 31), опредѣляющаго выгодность ихъ примѣненія для шлюзовъ разнаго паденія, предполагаются ригельной системы. Толщина воротъ равна высотѣ рамнаго ригеля, принятой въ проектѣ равной 120 см. = 0,66 саж. Соотвѣтственно этой толщинѣ воротъ углубленіе шкафа принято равнымъ 0,70 саж., причемъ запасъ въ углубленіи шкафа съ внутренней стороны воротъ равенъ $d' =$ $= 0{,}10$ мтр., а съ наружной $f = 0{,}19$ мтр.

Упорная стѣна.

Разстояніе отъ центра пяты до грани упорной стѣны:

$$e = \frac{e'}{2} + f = 0{,}60 + 0{,}19 = 0{,}79 \text{ мтр.}$$

и разстояніе отъ того же центра до грани шкафной стѣны:

$$d = 0{,}60 + 0{,}10 = 0{,}70 \text{ мтр.}$$

Уголъ оси воротъ съ поперечною осью шлюза $= 18^0$.

Длина полотнища воротъ при этомъ уклонѣ и ширинѣ камеры въ 8 саж. равна 4,53 саж.=9,66 мтр.

Длина шкафа принята равной 5,30 саж., что соотвѣтствуетъ длинѣ полотнища, увеличеннаго приблизительно на 15%.

Предполагая, что при створенныхъ воротахъ камера наполнена до уровня верхняго бьефа, давленіе воды на каждое изъ полотнищъ воротъ опредѣлится (черт. 4 и 5 рис. 43):

$$P = \frac{\Delta (l + e)\ (H_1^2 - H_2^2)}{2\ Cos\ \alpha}.$$

Давленіе на упорную стѣну:

$$R = \frac{P}{2\ Sin\ \alpha} = \frac{\Delta (l + e)\ (H_1^2 - H_2^2)}{2\ Sin\ 2\alpha}.$$

Гдѣ $l = 4{,}00$ саж. $= 8{,}52$ мтр.
$e = 0{,}79$ мтр.
$H_1 = 5{,}75$ саж. $= 12{,}25$ мтр.
$H_2 = 1{,}20$ саж. $= 2{,}56$ мтр.
$\triangle = 1000$ клр.

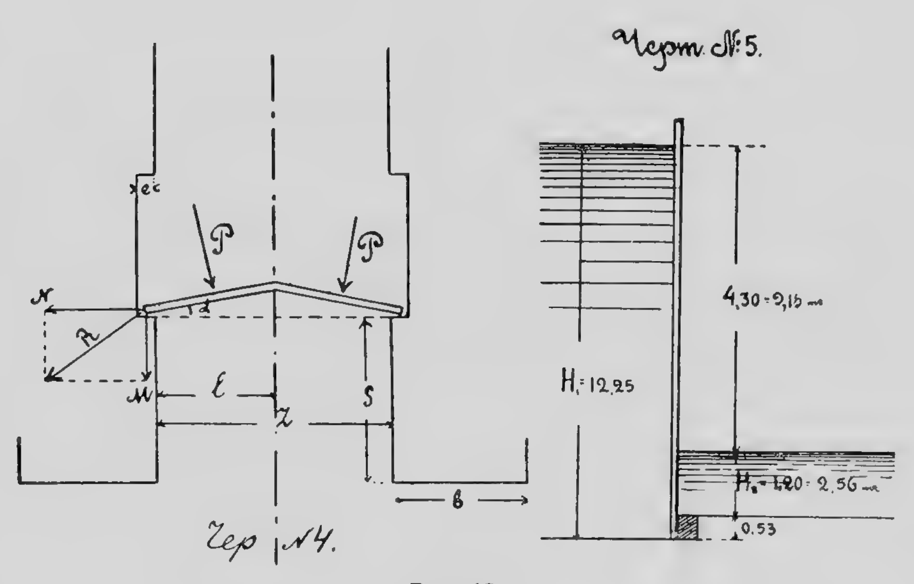


Рис. 43.

Подставляя числовыя значенія, получаемъ величину, равную давленію воротъ на упорную стѣну:

$$R = \frac{1.000 \times 9{,}31 \times (12{,}25^2 - 2{,}56^2)}{2\ Sin\ 36^\circ} = 1.141.947 \text{ кил.}$$

Продольная составляющая силы R, параллельная оси шлюза:

$$M = R\ Sin 2\alpha = 1141947 \times 0{,}588 = 671.464{,}85 \text{ кл.}$$

Поперечная составляющая силы R, перпендикулярная къ оси шлюза:

$$N = R Cos 2\alpha = 1141947 \times 0{,}809 = 923.835 \text{ кл.}$$

Кромѣ давленія отъ воротъ, со стороны шкафной части и со стороны нижняго бьефа на стѣну дѣйствуютъ:

1) Продольное давленіе воды:

$$M' = d\frac{\Delta H_1^2}{2} - b\,\frac{\Delta H_2^2}{2} = 0{,}70 \times \frac{1000 \times 12{,}25^2}{2} - 9{,}49 \times \frac{1000 \times 2{,}56^2}{2} =$$
$$= 45768{,}91 - 31.079{,}75 = 14.689{,}16 \text{ клгр.}$$

2) Поперечное давленіе на 1 пог. метр. стѣны:

$$N' = \frac{\Delta H^2{}_2}{2} = \frac{1000 \times 2{,}56^2}{2} = 3.260 \text{ кил.}$$

Въ запасъ разсчета предполагается, что упорная стѣна сопротивляется распору, передаваемому на нее отъ воротъ, самостоятельно, какъ бы отдѣленная отъ шкафной стѣны и отъ откоснаго крыла; также предположено отсутствіе давленія съ внѣшней стороны засыпки или воды, находящейся на уровнѣ нижняго бьефа.

Силы M и N перенесены въ центръ тяжести сѣченія, къ которому приложена сила R; образующимися при этомъ моментами паръ силъ пренебрегается, имѣя въ виду большой запасъ разсчета въ предположеніяхъ отсутствія связи упорныхъ стѣнъ съ шкафными и откосными.

Плечо силъ M и N относительно основанія стѣны:

$$n = \frac{\frac{12{,}25^3}{6} - \frac{2{,}56^2}{2} \times \left(\frac{2{,}56}{3} + 0{,}53\right)}{\frac{12{,}25^2 - 2{,}56^2}{2}} = 4{,}23 \text{ мтр.}$$

Отъ дѣйствія продольныхъ силъ M и M' давленіе на основаніе стѣны въ концевомъ ея сѣченіи, къ которому приложены силы M и M', уменьшится на величину:

$$\pi = \frac{\mathfrak{M} \frac{s}{2} b}{\frac{bs^3}{12}} = \frac{6\,\mathfrak{M}}{s^2},$$

гдѣ $\mathfrak{M}$—моментъ продольныхъ силъ, M и M'—моменты относительно основанія стѣны, s—длина упорной стѣны (см. Зброжекъ. «Курсъ внутреннихъ водяныхъ сообщеній», стр. 422).

Предполагая, что центръ давленія на основаніе въ концевомъ сѣченіи находится въ разстояніи $\frac{b}{3}$ отъ крайняго ребра, изъ условія равновѣсія силъ, дѣйствующихъ на 1 пог. мтр. стѣны, можно составить слѣдующее уравненіе для опредѣленія длины упорной стѣны s.

$$\frac{N}{s}\; n + \frac{\Delta H_2^2}{2}\left(\frac{H_2}{3} + 0{,}53\right) + \frac{6\mathfrak{M}}{s^2} \times \frac{b}{6} - G\left(g - \frac{b}{3}\right) = 0$$

или:

$$\left[G\left(g - \frac{b}{3}\right) - \frac{\Delta H_2^2}{2}\left(\frac{H_2}{3} + 0{,}53\right)\right] s^2 - Nn\, s - \mathfrak{M} b = 0$$

Входящая въ это уравненіе величина $G\left(g - \frac{b}{3}\right)$ есть моментъ вѣса 1 пог. метра стѣнъ вокругъ крайней точки средней трети основанія, гдѣ G—вѣсъ 1 пог. мтр. стѣны, g—плечо вѣса относительно внѣшняго ребра основанія.

Для сѣченія, отдѣляющаго шкафную часть (черт. № 6 рис. 44):

$$G = \left(7{,}68 \times 13{,}13 + 1{,}81 \times \frac{5{,}34}{2} + 1{,}81 \times 2{,}03 - 8{,}29\right) \times 2400 =$$

$$= (100{,}9 + 4{,}84 + 3{,}67 - 8{,}29) \times 2400 = 242688 \text{ клгрм.}$$

$$g = \frac{100{,}9 \times \left(1{,}81 + \frac{7{,}68}{2}\right) + 4{,}84 \times \frac{1{,}81 \times 2}{3} + 3{,}67 \times \frac{1{,}81}{2} - 8{,}29 \times 4{,}27}{100{,}9 + 4{,}84 + 3{,}67 - 8{,}29} =$$

$$= \frac{571{,}0 + 5{,}84 + 3{,}32 - 35{,}40}{101{,}12} = 5{,}38 \text{ мтр.}$$

$$\left(g - \frac{b}{3}\right) = 5{,}38 - \frac{9{,}49}{3} = 2{,}22 \text{ мтр.}$$

Моментъ продольныхъ силъ относительно основанія:

$$\mathfrak{M} = M\ n + d\frac{\Delta H_1^3}{6} - \left(b - 3{,}67\right)\frac{\Delta H_2^2}{2}\left(\frac{H_2}{3} + 0{,}54\right) = 671464{,}85 \times$$

$$\times\ 4{,}23 + 0{,}61\ \frac{1.000 \times 12{,}25^3}{6} - 9{,}49 \times \frac{1.000 \times 2{,}56^2}{2} \times \left(\frac{2{,}56}{3} + 0{,}53\right) =$$

$$= 2840296{,}31 + 186886{,}31 - 42864{,}48 = 2.984.318{,}14 \text{ кгр. мтр.}$$

Подставляя въ вышеприведенное уравненіе для s числовыя значенія:

$$(242688 \times 2{,}22 - 3260 \times 1{,}38)\ s^2 - 923835 \times 4{,}23\ .\ s -$$

$$- 2984318{,}14 \times 9{,}49 = 0.$$

$$534268{,}4\ .\ s^2 - 3907822{,}05\ .\ s - 28321179{,}15 = 0.$$

$$s^2 - 7{,}32\ \ s - 54{,}14 = 0$$

$$s = 3{,}66 \pm \sqrt{3{,}66^2 + 54{,}14};\ s = 3{,}66 \pm 8{,}25.$$

Для данныхъ условій удовлетворяетъ только положительное значеніе:

$$s = 3{,}66 + 8{,}25 = 11{,}91 \text{ мтр.} = 5{,}57 \text{ саж.} \backsim 5{,}60 \text{ сж.}$$

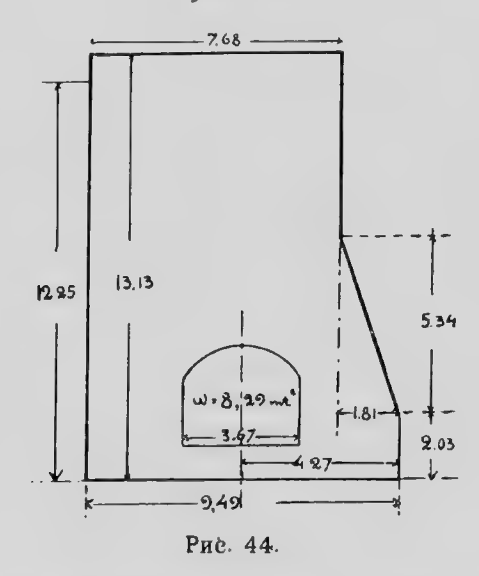


Рис. 44.

Шкафная стѣна. Шкафная стѣна разсчитана аналогично нижеприведенному разсчету камерной стѣны. Основное предположеніе разсчета: камера

наполнена до уровня верхняго бьефа, а съ внѣшней стороны стѣны отсутствуетъ какое бы то ни было давленіе. Разсчетъ произведенъ для трехъ швовъ стѣны: I—въ основаніи стѣны, II—на уровнѣ дна галлереи и III—въ пятахъ свода.

I. Повѣрка для шва въ основаніи стѣны

Дѣйствующія силы: 1) Вертикальныя силы:
Вѣсъ кладки стѣны (черт. № 7 рис. 45).

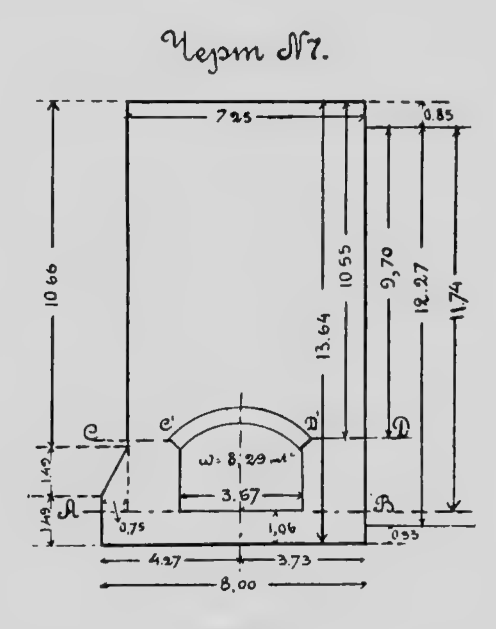


Рис. 45.

$$P_1 = \left(13,64 \times 7,25 + 0,75 \times 1,49 \times \frac{1}{2} + 0,75 \times 1,49 - 8,29\right) \times$$
$$\times 2400 = \left(98,9 + 0,55 + 1,11 - 8,29\right) \times 2400 = 221.592 \text{ клг.}$$

Вѣсъ воды въ галлереѣ $P_2 = 8,29 \times 1000 = 8.290$ клгрм.
Сумма вертикальныхъ силъ:

$$P_1 + P_2 = 221592 + 8290 = 229.882 \text{ клгрм.}$$

2) Горизонтальное давленіе воды на переднюю грань стѣны:

$$Q = \frac{12{,}27^2}{2} \times 1000 = 75275 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе стѣны по основанію:

$$\eta = \frac{\mu \times \Sigma P}{Q} = \frac{0{,}76 \times 229882}{75275} = 2{,}32.$$

Моментъ горизонтальнаго давленія воды, опрокидывающій стѣну около задняго ребра основанія:

$$M_1 = \frac{12{,}27^2}{2} \times \left(\frac{12{,}27}{3} + 0{,}53\right) \times 1000 = 347747 \text{ клгр.}$$

Сопротивляющійся опрокидыванію моментъ отъ вѣса стѣны и воды въ водопроводѣ:

$$M_0 = \left[\,98{,}96 \times \left(\frac{7{,}25}{2} + 0{,}75\right) + 0{,}55 \times 0{,}75 \times \frac{2}{3} + 1{,}11 \times \right.$$
$$\left. \times\, 0{,}75 \times \frac{1}{2}\right] \times 2400 - 8{,}29 \times 4{,}27 \times 1000 = (432{,}45 + 0{,}27 +$$
$$+ 0{,}42) \times 2400 - 35398 = 1.004.138 \text{ клгр./мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости стѣны на опрокидываніе:

$$\eta_2 = \frac{M_0}{M_1} = \frac{1004138}{347747} = 2{,}88.$$

Разстояніе центра давленія отъ задняго ребра основанія:

$$\lambda = \frac{1004138 - 347747}{229882} = 2{,}85 > \frac{8}{3} = 2{,}67 \text{ мтр.}$$

Слѣдовательно, центръ давленія находится въ средней трети основанія.

Увеличеніе вертикальной силы отъ временной нагрузки

$$P_3 = 7{,}25 \times 400 = 2900 \text{ клгрм.}$$

Полная вертикальная сила, дѣйствующая на основаніе стѣны:

$$N = P_1 + P_2 + P_3 = 229.882 + 2.900 = 232.782 \text{ клгрм.}$$

Полный сопротивляющійся моментъ:

$$\mathfrak{W}_0 = M_0 + 2900 \times \left(7{,}25 \times \frac{1}{2} + 0{,}75\right) = 1004138 + 12670 = $$
$$= 1016808 \text{ клгр. мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ задняго ребра основанія

$$\lambda_0 = \frac{\mathfrak{M}_0 - M_1}{N} = \frac{1016808 - 347747}{232782} = 2{,}87 \text{ мтр.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ у задняго ребра основанія:

$$max\ p = \frac{N}{b} + \frac{N\left(\frac{b}{2} - \lambda_0\right)\frac{b}{2}}{J} + \frac{232782}{8} + \frac{232782 \times (4 - 2{,}87) \times 4 \times 12}{512} =$$
$$= 29097 + 24660 = 53757 \text{ клгр./мтр.}^2 < 7 \text{ клгр./см.}^2.$$

II. Повѣрка шва А—В.

1). Вертикальныя силы, дѣйствующія на шовъ AB:
Вѣсъ кладки:

$$R_1 = P_1 + P_2 - (1.06 \times 8{,}00 \times 2400 + 8290) = 229882 -$$
$$- 28640 = 201242 \text{ клгрм.}$$

Давленіе воды на сводъ галлереи:

$$R_2 = (3.67 \times 11.74 - 8.29) \times 1000 = 34790 \text{ клгрм.}$$

Сумма вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на шовъ АВ:

$$R = R_1 - R_2 = 201242 - 34790 = 166452 \text{ клгрм.}$$

2). Горизонтальное давленіе воды на переднюю грань стѣны:

$$Q = \frac{11{,}74^2}{2} \times 1000 = 68913 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по шву AB:

$$\eta_1 = \frac{\mu R}{Q_1} = \frac{0{,}76 \times 166452}{68913} = 1{,}83.$$

Опрокидывающій стѣну вокругъ ребра A моментъ отъ бокового давленія воды:

$$M_1' = \frac{\delta H_1^3}{6} = 1000 \times \frac{11{,}74^3}{6} = 269667 \text{ клгр./мтр.}$$

Отъ давленія воды на сводъ галлереи:

$$M''_1 = R_2 \times 4{,}27 = 34790 \times 4{,}27 = 148553 \text{ клгр. мтр.}$$

Полный опрокидывающій моментъ:

$$M_1 = M'_1 + M''_1 = 269667 + 148553 = 418220 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся опрокидыванію моментъ:

$$M_0' = M_0 - (20350 \times 4{,}0 - 8290 \times 4{,}27) = 1004138 - 116798 =$$
$$= 899410 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе вокругъ ребра A:

$$\eta_2 = \frac{M_0'}{M_1} = \frac{899410}{418220} = 2{,}15.$$

Наименьшее сжимающее напряженіе по шву AB, около передняго ребра B (не принимая во вниманіе временной нагрузки), должно быть не менѣе давленія воды въ камерѣ на той же глубинѣ (черт. № 8 рис. 46).

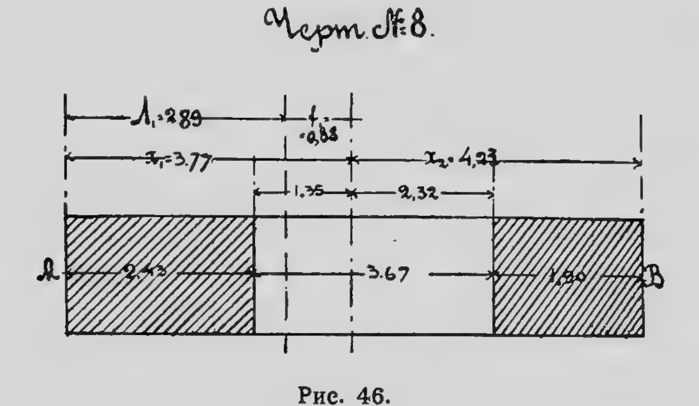


Рис. 46.

Разстояніе центра давленія отъ задняго ребра *A*:

$$\lambda_1 = \frac{M'_0 - M_1}{R} = \frac{899410 - 418220}{166452} = 2,89 \text{ мтр.}$$

Разстояніе центра тяжести сѣченія отъ задняго ребра *A*:

$$x_1 = \frac{\frac{2,43^2}{2} + \left(2,43 + 3,67 + \frac{1,90}{2}\right) \times 1,9}{2,43 + 1,90} = \frac{2,95 + 13,40}{4,33} = 3,77 \text{ мтр.}$$

Разстояніе отъ центра тяжести до центра давленія:

$$f_1 = 3,77 - 2,89 = 0,88 \text{ мтр.}$$

Моментъ инерціи сѣченія вокругъ оси, проходящей черезъ центръ его тяжести:

$$J = \frac{2,43^3}{12} + \left(3,78 - \frac{2,43}{2}\right)^2 \times 2,43 + \frac{1,90^3}{12} + \left(\frac{1,90}{2} + 2,32\right)^2 \times 1,90 =$$
$$= 1,19 + 16,03 + 0,57 + 20,31 = 38,10.$$

Наименьшее сжимающее напряженіе около передняго ребра *B*:

$$min\, p = \frac{R}{F} - \frac{R f x_2}{J} = \frac{166452}{4,33} - \frac{166452 \times 0,88 \times 4,23}{38,10} = 38420,30 - 16246 =$$
$$= 22173,73 \text{ клгр./мтр.}^2.$$

Давленіе воды на глубинѣ 11,74 метр. $= 11740 < 22173,73$ клгр./мтр.^{2}.

При опредѣленіи наибольшаго сжимающаго напряженія необходимо принять во вниманіе временную нагрузку.

Увеличеніе вертикальной силы и сопротивляющагося момента отъ временной нагрузки:

$$N' = R + 400 \times 7,25 = 166452 + 2900 = 169352 \text{ клгр.}$$
$$\mathfrak{M}^1_0 = M^1_0 = 2900 \times (7,25 \times 0,5 + 0,75) = 899410 - 12673 =$$
$$= 912083 \text{ клгр. мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ сжатой грани:

$$\lambda_0 = \frac{\mathfrak{M}^1_0 - M_1}{N^1} = \frac{912083 - 418220}{169352} = 2,91 \text{ мтр.}$$

Разстояніе отъ центра тяжести сѣченія до центра давленія:

$$f_0 = 3{,}77 - 2{,}91 = 0{,}86 \text{ мтр.}$$

Наибольшее сжимающее напряженіе около задняго ребра A:

$$max\ p = \frac{169352}{4{,}33} + \frac{169352 + 0{,}86 \times 3{,}77}{38{,}10} = 39111{,}3 + 14449{,}59 =$$
$$= 53560{,}89 \text{ клгр./мтр.}^2 < 9 \text{ клгр./см.}^2.$$

III. Повѣрка на устойчивость задней стѣнки галлереи.

Объемъ свода съ частью кладки, давящей на сводъ*) (черт. 9. рис. 47).

Черт. №9.

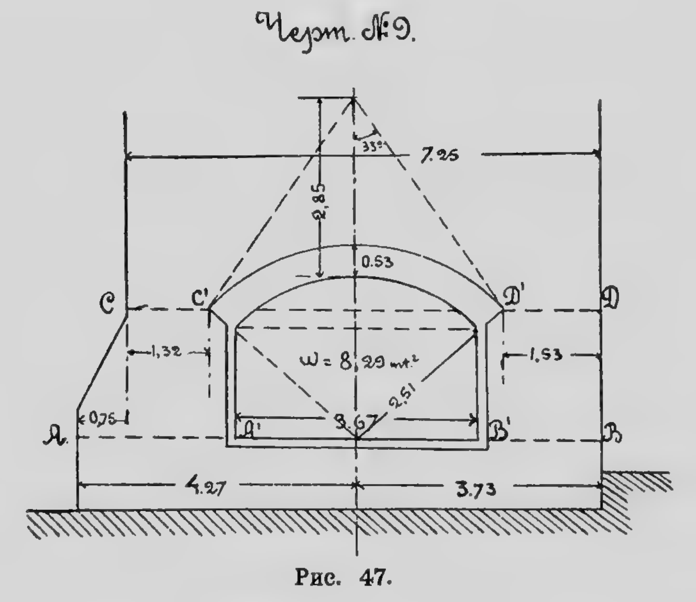


Рис. 47.

Центральный уголъ дуги свода = 94°.

$$V = 3{,}04\ Sn\ 47^\circ \times (2{,}85 + 2{,}51) - \frac{\pi \times 2{,}51^2 \times 94}{360} = 11{,}91 - 5{,}17 =$$
$$= 6{,}74 \text{ мтр.}^3.$$

*) Предположенія о распредѣленіи нагрузки на сводъ отъ вышележащей части кладки объяснены ниже при разсчетѣ стѣнъ камеры шлюза (см. стр. 113).

Вѣсъ свода съ нагрузкой

$$U = V\gamma = 6,74 \times 2400 = 16176 \text{ клгр.}$$

Давленіе воды въ галлереѣ на сводъ снизу:

$$R_2 = (3,67 \times 11,74 - 8,29) \times 1000 = 34790 \text{ клгр.}$$

Боковое давленіе воды на заднюю стѣнку галлереи:

$$q = \frac{11,74 + 11,74 - 2,51}{2} \times 2,51 \times 1000 = 26317,3 \text{ клгр.}$$

Для опредѣленія вертикальной силы, дѣйствующей по шву AA', найдены сжимающія напряженія p_2 и p_3, въ точкахъ A и A', не принимая во вниманіе временной нагрузки на верхней площадкѣ стѣны.

$$p_2 = \frac{R}{F} = \frac{Rfx_1}{J} = \frac{166300}{4,33} + \frac{166300 \times 1,04 \times 3,77}{38,08} = 38406 + 17204 =$$
$$= 55610 \text{ клгр./мтр.}^2.$$

$$p_3 = \frac{166300}{4,33} + \frac{166300 \times 1,04 \times 1,35}{38,08} = 38406 + 6142 = 44548 \text{ клгр./мтр.}^2$$

Вертикальное усиліе, дѣйствующее на швъ AA'.

$$r = \frac{p_2 + p_3}{2} \times 2,43 = \frac{55610 + 44548}{2} \times 2,43 = 121692 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе боковой стѣнки по шву AA':

$$\eta_1 = \frac{\mu r}{q} = \frac{121692 \times 0,76}{26317} = 3,51.$$

Опрокидывающій моментъ (съ нѣкоторымъ преувеличеніемъ):

$$m_1 = q \times \frac{2,51}{2} = \frac{26300 \times 2,51}{2} = 33006 \text{ клгр. метр.}$$

Сопротивляющійся моментъ

$$m_0 = 44548 \times 2,43^2 \times {}^1/_2 + (55610 - 44548) \times \frac{2,43^2}{6} = 131416 +$$
$$+ 10885 = 142301 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе задней стѣнки:

$$\eta_2 = \frac{m_0}{m_1} = \frac{142301}{33006} = 4{,}31.$$

IV. Повѣрка шва CD.

Въ основу разсчета положено допущеніе, что вѣсъ и усилія, дѣйствующія на стѣну выше шва *CD*, передаются боковымъ стѣнкамъ галлереи лишь по горизонтальнымъ частямъ шва *CC* и *DD* и что сводъ съ частью кладки, давящей на него, поддерживается давленіемъ воды въ галлереѣ, которое не передается на вышележащую часть стѣны (черт. 10, рис. 48).

Черт. № 10.

Рис. 48.

1) Вертикальная сила, дѣйствующая на шовъ *CD*, отъ вѣса кладки:

$$P = 10{,}55 \times 7{,}25 - \frac{4{,}40 \times (5{,}36 - 3{,}04\ Cos\ 47^0)}{2} \times 2400 =$$
$$= 172824 \text{ клгр.}$$

2) Горизонтальное давленіе воды на переднюю грань стѣны:

$$Q = \frac{9{,}70^2}{2} \times 1000 = 47045 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по шву *CD*:

$$\eta_1 = \frac{0{,}76 \times 172824}{47045} = 2{,}79$$

Опрокидывающій около ребра C моментъ бокового давленія воды:

$$M_1 = \frac{9{,}70^3}{6} \times 1000 = 151955 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся опрокидыванію моментъ вѣса кладки:

$$M_0 = \left[76{,}52 \times \frac{7{,}25}{2} - 4{,}47 \times (4{,}27 - 0{,}75)\right] \times 2400 =$$
$$= (277{,}0 - 15{,}73) \times 2400 = 627048 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$\eta_2 = \frac{M_0}{M_1} = \frac{627048}{151955} = 4{,}12.$$

Принимая во вниманіе увеличеніе сопротивляющагося момента и вертикальной силы отъ временной нагрузки:

$$m_0 = 400 \times 7{,}25 \times \frac{7{,}25}{2} = 10498 \text{ клгр. мтр.},$$
$$\mathfrak{M}_0 = 627048, + 10498 = 637546 \text{ клгр. мтр.},$$
$$Z = 400 \times 7{,}25 = 2900 \text{ клгр.},$$
$$N = P + Z = 172824 + 2900 = 175724 \text{ клгр.},$$

опредѣляется наибольшее сжимающее напряженіе кладки по шву, около задняго ребра C.

Разстояніе центра давленія отъ ребра C:

$$\lambda_0 = \frac{\mathfrak{M}_0 - M_1}{N} = \frac{637546 - 151955}{175724} = 2{,}76 \text{ мтр.}$$

Разстояніе центра тяжести сѣченія x отъ ребра C:

$$x = \frac{1{,}32 \times \frac{1{,}32}{2} + 1{,}53 \times \left(\frac{1{,}53}{2} + 4{,}40 + 1{,}32\right)}{1{,}32 + 1{,}53} = \frac{10{,}80}{2{,}85} = 3{,}78 \text{ мтр.}$$

Разстояніе отъ центра тяжести до центра давленія:

$$f = x - \lambda_0 = 3{,}78 - 2{,}76 = 1{,}02 \text{ мтр.}$$

Моментъ инерціи горизонтальнаго сѣченія CD:

$$J = \frac{1{,}32^3}{12} + 1{,}32 \times \left(2{,}46 + \frac{1{,}32}{2}\right)^2 + \frac{1{,}53^3}{12} + 1{,}53 \times \left(1{,}94 + \frac{1{,}53}{2}\right)^2 = 0{,}19 + 12{,}84 + 0{,}30 + 11{,}15 = 24{,}48 \text{ мтр.}^4.$$

Наибольшее давленіе внутри кладки по шву CD:

$$max\, p = \frac{N}{F} + \frac{Nfx}{J} = \frac{175724}{2{,}85} + \frac{175724 \times 1{,}02 \times 3{,}78}{24{,}48} =$$

$$= 61657{,}5 + 27676{,}5 = 893340 \text{ клгр./мтр.}^2 < 9 \text{ клгр./см.}^2$$

$$min\, p = 61657{,}5 - \frac{175724 \times 1{,}02 \times 3{,}47}{24{,}48} = 61657{,}5 - 25408 =$$

$$= 36249 \text{ клгр./мтр.}^2$$

Стѣны камеры шлюза.

Разсчитываются два типа стѣнъ, рѣчной и береговой, причемъ первый отличается отъ второго тѣмъ, что необходимая ширина шлюзной площадки (по нѣсколько увеличеннымъ нормамъ шлюзовъ Дортмундъ-Эмскаго канала), принятая въ 2,00 саж., достигается устройствомъ ряда сводовъ, поддерживающихъ площадку стѣны на ширину 0,80 саж., въ береговомъ же типѣ ширина стѣны по верху $= 2{,}45$ мтр. и дополняется присыпкой бермы. Указанная ширина шлюзной площадки опредѣляетъ верхнюю часть сѣченія стѣны, нижняя же зависитъ отъ необходимости помѣстить въ ней продольный водопроводъ.

Рѣчной типъ стѣны.

Основныя разсчетныя предположенія:

1) Камера наполнена до уровня верхняго бьефа,
2) Въ галлереѣ вода подъ напоромъ верхняго бьефа,
3) Отсутствуетъ давленіе на заднюю грань стѣны,
4) Грунтъ въ основаніи—скала.

Повѣрка прочности и устойчивости принятаго типа стѣны произведена для трехъ швовъ ея поперечнаго сѣченія: I—въ основаніи стѣны, II—въ пятахъ свода галлереи и III—нѣкотораго промежуточнаго, на глубинѣ 10,53 мтр. отъ верха стѣны.

I. Повѣрка для основанія стѣны.

Вѣсъ стѣны: 1) вѣсъ сводчатой части стѣны (черт. 11 и 12. рис. 49).

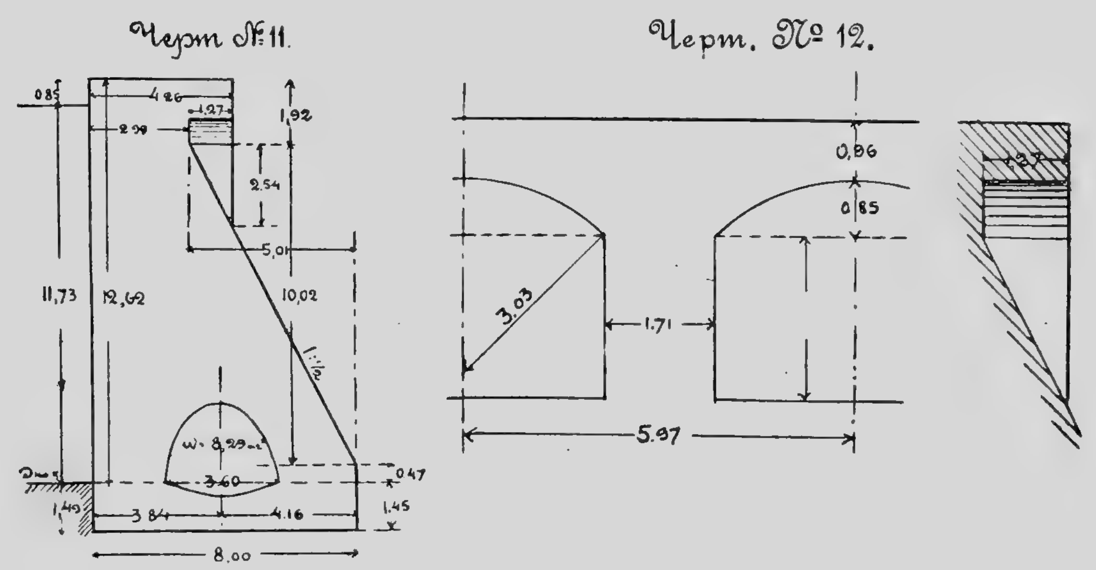


Рис. 49.

Такъ какъ разстояніе отъ основанія столбовъ до основанія стѣны (13,86—4,46)=9,40 мтр. больше разстоянія между центрами двухъ столбовъ, равнаго 5,97 мтр., то можно считать, что вѣсъ столбовъ и сводовъ передается на основаніе равномѣрно по длинѣ стѣны.

Объемъ свода съ забуткою:

$$V_1 = (1,92 \times 5,97 - 2,58) \times 1,27 = 8,90 \times 1,27 = 11,30 \text{ мтр.}^3$$

Объемъ единицы столба:

$$V_2 = \frac{1,27 \times 2,54}{2} \times 1,71 = 2,76 \text{ мтр.}^3$$

Вѣсъ свода съ забуткою на 1 пог. метръ по длинѣ стѣны:

$$P_1 = \frac{11,30}{5,97} \times 2400 = 4542,7 \text{ клгр.}$$

2) Вѣсъ одного столба на 1 пог. метръ стѣны:

$$P_2 = \frac{2{,}76}{5{,}97} \times 2400 = 1109{,}5 \text{ клгр.}$$

3) Вѣсъ 1 пог. метра основного массива стѣны:

$$P_3 = (2{,}99 \times 14{,}07 + \frac{10{,}02 \times 5{,}01}{2} + 5{,}01 \times 1{,}92 - 8{,}29) \times 2400 = \\ = 163536 \text{ клгр.}$$

4) Вертикальное давленіе воды въ галлереѣ:

$$P_4 = 8{,}29 \times 1000 = 8290 \text{ клгр.}$$

Полное давленіе на основаніе 1 пог. метра стѣны:

$$\Sigma P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 4542{,}7 + 1109{,}5 + 163536 + \\ + 8290 = 177478{,}2 \text{ клгр.}$$

Горизонтальное давленіе воды на переднюю грань стѣны:

$$Q = \frac{\delta H^2}{2} = 1000 \times \frac{11{,}73^2}{2} = 68796 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости стѣны на скольженіе по основанію.

$$\eta_1 = \frac{\mu \Sigma P}{Q} = \frac{0{,}76 \times 177478{,}2}{68796} = 1{,}95\ .$$

Моментъ бокового давленія воды, опрокидывающій стѣну вокругъ задняго ребра основанія стѣны:

$$M_1 = \frac{\delta H^2}{2}\left(\frac{H}{3} + 1{,}49\right) = 68796 \times 5{,}40 = 371.498 \text{ клгр.}$$

Моментъ вѣса кладки и воды, сопротивляющійся опрокидыванію:

$$M_0 = P_1 \times \left(5{,}01 - \frac{1{,}27}{2}\right) + P_2\left(5{,}01 - \frac{1{,}27 \times 2}{3}\right) + \\ + \left[42{,}20 \times \left(5{,}01 + \frac{2{,}99}{2}\right) + 25{,}1 \times \frac{5{,}01}{3} \times 2 + 9{,}62 \times \right. \\ \left. \times \frac{5{,}01}{2} - 8{,}29 \times 4{,}16\right] \times 2400 + P_4 \times 4{,}16 = 19900 + 4600 + \\ + (274{,}50 + 83{,}80 + 24{,}10 - 34{,}50) \times 2400 + 34486 = \\ = 890849 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости стѣны на опрокидываніе:

$$\eta_2 = \frac{M_0}{M_1} = \frac{890849}{371498} = 2{,}4.$$

Разстояніе центра давленія отъ задняго ребра основанія стѣны при отсутствіи временной нагрузки на стѣнѣ:

$$\lambda_0 = \frac{M_0 - M_1}{\Sigma P} = \frac{890849 - 371498}{177478{,}2} = 2{,}92 \text{ мтр.},$$

что больше

$$\frac{b}{3} = \frac{8{,}0}{3} = 2{,}67;$$

слѣдовательно, кривая давленія проходитъ въ средней трети основанія стѣны.

Увеличеніе суммы вертикальныхъ силъ отъ временной нагрузки:

$$P = 400 \times 4{,}26 = 1704 \text{ клгр.}$$
$$N = \Sigma P + P = 177478{,}2 + 1704 = 179182 \text{ клгр.}$$

Увеличеніе сопротивляющагося момента отъ временной нагрузки:

$$m_0 = 1704 \times \left(8{,}00 - \frac{4{,}26}{2}\right) = 10002 \text{ клгр. мтр.}$$

Полный сопротивляющійся моментъ:

$$\mathfrak{M}_0 = M_0 + m_0 = 890849 + 10002 = 900851 \text{ клгр. мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ задняго ребра основанія:

$$\lambda_1 = \frac{\mathfrak{M}_0 - M_1}{N} = \frac{900851 - 371498}{179182} = 2{,}95 \text{ мтр.}$$

По формулѣ для неравномѣрнаго сжатія опредѣляется наибольшее и наименьшее сжимающее напряженіе:

$$\left.\begin{matrix} max\ p \\ min\ p \end{matrix}\right\} = \frac{N}{b} \pm \frac{N\left(\frac{b}{2} - \lambda_1\right)\frac{b}{2}}{J} = \frac{179182}{8} \pm \frac{179182 \times 1{,}17 \times 4 \times 12}{512}, \text{ гдѣ}$$

$$J = \frac{b^3}{12} = \frac{512}{12} \text{ — моментъ инерціи}$$

$$max\ p = 22397 + 19654 = 42051 \text{ клгр./мтр.}^2 < 7 \text{ клгр./смтр.}^2$$

$$min\ p = 22397 - 19654 = 2743 \text{ клгр./мтр.}^2.$$

II. Повѣрка пятового шва галлереи.

1) Вертикальная сила:

Вѣсъ сводовъ съ забуткою: $P_1 = 4542{,}7$ клгр.
» столбовъ: $P_2 = 1109{,}5$ »

Вѣсъ остальной кладки стѣны выше пятового шва:

$$P_3 = \left[12{,}62 \times 2{,}99 + \frac{5{,}01 \times 10{,}02}{2} + 0{,}47 \times 5{,}01 - 7{,}40\right] \times$$
$$\times 2400 = 138672 \text{ клгр.}$$

Давленіе воды въ водопроводной галлереѣ снизу вверхъ:

$$P_4 = (3{,}6 \times 11{,}77 - 7{,}4) \times 1000 = (42{,}37 - 7{,}4) \times 1000 =$$
$$= 34970 \text{ клгр.}$$

Сумма вертикальныхъ силъ:

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 109354{,}2 \text{ клгр.}$$

2) Горизонтальное давленіе воды на переднюю грань стѣны:

$$Q = \frac{\delta H^2}{2} = 1000 \times \frac{11{,}78^2}{2} = 68796 \text{ кгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по пятовому шву:

$$\eta_1 = \frac{\mu \Sigma P}{Q} = \frac{0{,}76 \times 109354{,}2}{68796} = 1{,}21.$$

Полученное значеніе коэффиціента устойчивости на скольженіе менѣе принятаго min $\eta_1 = 1{,}50$, но это казалось возможнымъ

допустить внутри кладки, такъ какъ срѣзывающее напряженіе по шву:

$$P_{ср.} = \frac{Q}{F} = \frac{68796}{(8-3,6)\times 10000} = 1,56 \text{ клгр./см.}^2 < 2 \text{ клгр./см.}^2$$

прочнаго сопротивленія цементнаго раствора.

Моментъ, опрокидывающій верхнюю часть стѣны вокругъ задняго ребра пятового шва:

1) отъ бокового давленія воды:

$$M'_1 = \delta \frac{H^2}{2}\left(\frac{H}{3} + 0,04\right) = 68796 \times (3,91 + 0,04) = $$
$$= 271744 \text{ клгр. мтр.}$$

2) отъ давленія воды на сводъ галлереи:

$$M''_1 = P_4 \times 4,16 = 34970 \times 4,16 = 145475 \text{ клгр. мтр.}$$

Полный опрокидывающій моментъ:

$$M_1 = 271744 + 145475 = 417219 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся опрокидыванію моментъ вѣса кладки:

$$M_0 = P_1\left(5,01 - \frac{1,27}{2}\right) + P_2\left(5,01 - \frac{1,27}{3} \times 2\right) + \Big[37,83 \times$$
$$\times\left(5,01 + \frac{2,99}{2}\right) + 25,10 \times \frac{5,01 \times 2}{3} + 2,35 \times \frac{5,01}{2} - 7,40 \times$$
$$\times 4,16\Big] \times 2400 = 19897,02 + 4626 + (245,24 + 83,58 +$$
$$+ 5,28 - 30,78) \times 2400 = 752491 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$\eta_2 = \frac{M_0}{M_1} = \frac{752491}{417219} = 1,80.$$

Увеличеніе вертикальной силы отъ временной нагрузки:

$$p = 400 \times 4,26 = 1704 \text{ клгр.}$$

Увеличеніе сопротивляющагося момента отъ временной нагрузки:

$$m_0 = 1704 \times \left(8,00 - \frac{4,26}{2}\right) = 10002 \text{ клгр. мтр.}$$

Вертикальная сила для пятового шва:

$$N = \Sigma P + p = 109354 + 1704 = 111058 \text{ клгр.}$$

Полный сопротивляющійся моментъ:

$$\mathfrak{M}_0 = M_0 + m_0 = 752491 + 10002 = 762493 \text{ клгр. мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ задняго ребра сѣченія (черт. № 13, рис. 50):

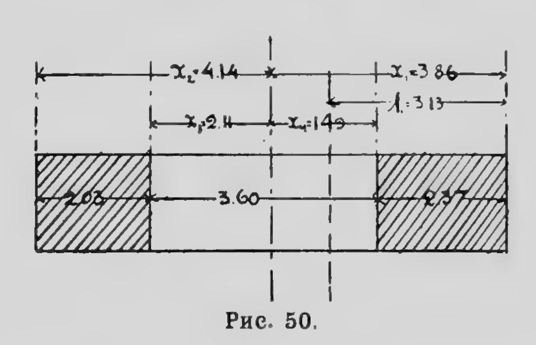


Рис. 50.

$$\lambda_1 = \frac{\mathfrak{M}_0 - M_1}{N} = \frac{762493 - 417219}{111058} = 3{,}12 \text{ мтр.}$$

Разстояніе центра тяжести пятового шва отъ задняго ребра:

$$x_1 = \frac{2{,}03 \times \left(\frac{2{,}03}{2} + 5{,}97\right) + 2{,}37 \times \frac{2{,}37}{2}}{2{,}03 + 2{,}37} = 3{,}85 \text{ мтр.}$$

Моментъ инерціи сѣченія относительно оси, проходящей черезъ его центръ тяжести:

$$J = \frac{2{,}03^3}{12} + 2{,}03 \times \left(4{,}15 - \frac{2{,}03}{2}\right)^2 + \frac{2{,}37^3}{12} +$$

$$+ 2{,}37 \times \left(3{,}85 - \frac{2{,}37}{2}\right)^2 = 0{,}696 + 19{,}995 + 1{,}107 +$$

$$+ 16{,}87 = 38{,}66 \text{ мтр.}^4$$

Наибольшее сжимающее напряженіе у задняго ребра:

$$max\ p = \frac{N}{F} + \frac{N(x_1 - \lambda_1)x_1}{J} = \frac{111058}{4,40} + \frac{111058 \times (3,85 - 3,12) \times 3,85}{38,66} =$$
$$= 25240,4 + 8072 = 33312,4 \text{ клгр./мтр.}^2 < 9 \text{ клгр./см.}^2$$

Наименьшее сжимающее напряженіе около передней грани стѣны на уровнѣ дна камеры, должно быть не менѣе давленія воды на этой глубинѣ $= \frac{11.730}{10.000} = 1,173$ клгр./см.^{2}:

Опрокидывающій моментъ для этого шва:

$$M'' = \frac{\delta H^3}{6} + P_4 \times 4,16 = \frac{1000 \times 11,73^3}{6} + 34970 \times 4,16 =$$
$$= 268988 + 145475 = 414463 \text{ клгр. мтр.}$$

Вертикальная сила:

$$N' = \Sigma P - 4,4 \times 0,04 \times 2400 = 109354,2 - 422 =$$
$$= 108932 \text{ клгр.}$$

Сопротивляющійся моментъ:

$$M'_0 = M_0 - 422 \times 3,85 = 752491 - 1624 = 750867 \text{ клгр. мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ задней грани стѣны:

$$\lambda_0 = \frac{M'_0 - M''}{N'} = \frac{750867 - 414463}{108932} = 3,09 \text{ мтр.}$$

Наименьшее сжимающее напряженіе:

$$min\ p = \frac{N'}{F} - \frac{N'(x_1 - \lambda_0)x_2}{J} = \frac{108932}{4,40} - \frac{108932 \times (3,85 - 3,09) \times 4,15}{38,66} =$$
$$= 24757 - 8904 = 15853 \text{ клгр./мтр.}^2 > 1,173 \text{ клгр./см.}^2$$

Повѣрка устойчивости боковыхъ стѣнокъ галлереи.

Боковыя стѣнки галлереи подвергаются сдвигающимъ и опрокидывающимъ усиліямъ со стороны галлереи: 1) отъ давленія

воды, находящейся въ галлереѣ подъ напоромъ верхняго бьефа, 2) отъ распора свода. При давленіи воды на сводъ снизу вверхъ, распоръ свода будетъ меньше, чѣмъ въ случаѣ пустой галлереи. Ниже при разсчетѣ боковой стѣнки галлереи распоръ свода при наполненной галлереѣ принятъ въ запасъ устойчивости равнымъ распору $H_q = 9.030$ клгр.*), вычисленному при пустой галлереѣ.

На заднюю стѣнку галлереи дѣйствуютъ:

1) Горизонтальныя силы:

Боковыя давленія воды:

$$Q_1 = \frac{11{,}77 + 9{,}21}{2} \times 2{,}56 \times 1000 = 26854 \text{ клгр.}$$

Распоръ свода верхней части галлереи:

$$H_q = 9030 \text{ клгр.}$$

2) Вертикальныя силы:

Для опредѣленія нагрузки задней стѣнки отъ кладки стѣны выше пятового шва найдемъ напряженіе p_4:

$$p_4 = \frac{N}{F} + \frac{N(x_1 - \lambda_1)\, x_4}{J} = \frac{111058}{4{,}40} + \frac{111058 \times (3{,}85 - 3{,}12) \times 1{,}48}{38{,}66} =$$
$$= 25240{,}4 + 3102{,}5 = 28342{,}9 \text{ клгр./мтр.}^2$$

Вертикальная сила, дѣйствующая на основаніе задней стѣнки галлереи:

$$R = \frac{max\, p + p_4}{2} \times 2{,}37 = \frac{33312{,}4 + 28342{,}9}{2} \times 2{,}37 =$$
$$= 73061{,}4 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости задней стѣнки на скольженіе по пятовому шву:

$$\eta_1 = \frac{R\mu}{H_q + Q} = \frac{0{,}76 \times 73061{,}4}{26854 + 1030} = 1{,}55.$$

---

*) Это значеніе распора свода водопроводной галлереи получено при разсчетѣ свода, приведенномъ въ концѣ разсчета камерныхъ стѣнъ (см. стр. 132).

Разстояніе равнодѣйствующей бокового давленія воды на заднюю стѣнку:

$$q_1 = \frac{2,56}{3} \times \frac{2,56+3\times 9,21}{2,56+2\times 9,21} = 1,224 \text{ метр.}$$

Моментъ давленія воды, опрокидывающій стѣнку около задняго ребра пятового шва:

$$Q_1 \times q_1 = 26854\times 1,224 = 32869 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся моментъ силы R, съ плечомъ относительно задняго ребра основанія стѣнки:

$$r = \frac{28342,9 \times 2,37 + (33312,4 - 28342,9) \times \frac{1}{2} \times \frac{2,37^2}{3}}{73061,4} = \frac{78204,9}{73061,4} = 1,07 \text{ мтр.}$$

Итакъ сопротивляющійся моментъ:

$$Rr = 73061,4 \times 1,07 = 78175,69 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе (не принимая во вниманіе момента распора свода):

$$\eta_2 = \frac{78175,69}{32869} = 2,38.$$

Принимая во вниманіе моментъ распора свода, какъ отъ пары силъ съ плечомъ $h_q = 2,56$ мтр.

$$H_q \times h_q = 9030 \times 2,56 \times 23116,8 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$\eta^1_2 = \frac{78175,69 - 23116,80}{32869} = 1,67.$$

III. Повѣрка шва A—B.

На глубинѣ 10,53 мтр. отъ верхняго обрѣза стѣны (черт. 14, рис. 51).

Рис. 51.

1) Вертикальныя силы:

Вѣсъ сводовъ съ забуткою:

$$P_1 = 4542,7 \text{ клгр.}$$

Вѣсъ столбовъ:

$$P_2 = 1109,5 \text{ клгр.}$$

Вѣсъ кладки выше шва AB:

$$P_3 = \left(10,53 \times 2,99 + 4,20 \times 8,40 \times {}^1/_2 - 0,59\right) \times 2400 = (31,48 + 17,64 - 0,59) \times 2400 = 116472 \text{ клгр.}$$

Давленіе воды въ водопроводѣ снизу вверхъ:

$$P_4 = (9,68 \times 2,07 - 0,59) \times 1000 = 19440 \text{ клгр.}$$

Сумма вертикальныхъ силъ:

$$\Sigma P = 4542,7 + 1109,5 + 116472 - 19440 = 102684 \text{ клгр.}$$

2) Горизонтальное давленіе воды на переднюю грань стѣны:

$$Q = \frac{\delta\, H^2}{2} = \frac{1000 \times 9{,}68^2}{2} = 46851 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по шву AB:

$$\eta_1 = \frac{\mu\, \Sigma\, P}{Q} = \frac{0{,}76 \times 102684}{46851} = 1{,}66.$$

Моментъ, опрокидывающій верхнюю часть стѣны вокругъ задняго ребра B:

1) Отъ бокового давленія воды:

$$M'_1 = \frac{\delta\, H^3}{6} = 1000 \times \frac{9{,}68^3}{6} = 151328 \text{ клгр. мтр.}$$

2) Отъ давленія воды на сводъ галлереи:

$$M''_1 = 19440 \times 3{,}35 = 65124 \text{ клгр. мтр.}$$

Полный опрокидывающій моментъ:

$$M_1 = M'_1 + M''_1 = 151328 + 65124 = 216452 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся опрокидыванію моментъ вѣса кладки:

$$M_0 = \left[31{,}48 \times \left(4{,}20 + \frac{2{,}99}{2}\right) + 17{,}64 \times 4{,}20 \times \frac{2}{3} - 0{,}59 \times 3{,}35\right] \times$$
$$\times\, 2400 + P_1 \left(4{,}20 - \frac{1{,}27}{2}\right) + P_2 \times \left(4{,}20 - \frac{1{,}27 \times 2}{3}\right) =$$
$$= 538603 + 16217 + 3716 = 558536 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$\eta_2 = \frac{M_0}{M_1} = \frac{558536}{216452} = 2{,}58.$$

Повѣрка на прочность для шва AB сдѣлана въ предположеніи, что нагрузка отъ части стѣны, лежащей выше шва AB, передается лишь на горизонтальное сѣченіе шва AA_1 и BB_1; сводъ же загруженъ лишь частью кладки стѣны надъ нимъ въ видѣ призматическаго тѣла съ боковыми гранями, наклоненными къ вертикали подъ угломъ 33°, касательными къ внѣшнему очертанію свода, а

снизу поддерживается давленіемъ воды. Подробнѣе это предположеніе обосновано ниже при разсчетѣ свода водопроводной галлереи (см. стр. 128).

Отъ временной нагрузки на верхнюю площадку стѣны вертикальная сила увеличивается на

$$Z = 4{,}26 \times 400 = 1704 \text{ клгр.}$$

и сопротивляющійся моментъ на

$$m_0 = 1704 \times \left(\frac{4{,}26}{2} + 2{,}93\right) = 1704 \times 5{,}06 = 8622{,}24 \text{ клгр./мтр.}$$

Полная вертикальная сила:

$$N = \Sigma P + Z = 102684 + 1704 = 104388 \text{ клгр.}$$

Полный сопротивляющійся моментъ:

$$\mathfrak{M}_0 = M_0 + m_0 = 558536 + 8622{,}24 = 567158 \text{ клгр./мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ задняго ребра B:

$$\lambda_0 = \frac{\mathfrak{M}_0 - M_1}{N} = \frac{567158 - 216452}{104388} = 3{,}35 \text{ мтр.}$$

Разстояніе центра тяжести горизонтальнаго сѣченія шва AB отъ ребра B (черт. 15, рис. 52):

Черт. №15.

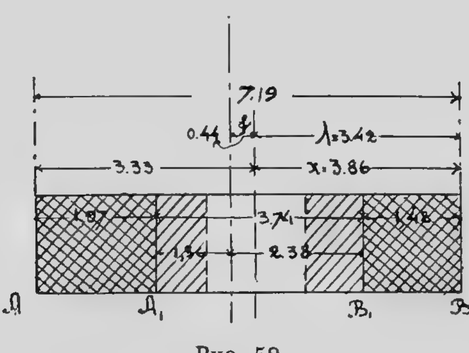


Рис. 52.

$$x = \frac{1{,}97 \times \left(1{,}97 \times \frac{1}{2} + 3{,}74 + 1{,}48\right) + 1{,}48 \times \frac{1{,}48}{2}}{1{,}97 + 1{,}48} = \frac{12{,}22 + 1{,}094}{3{,}45} = 3{,}85 \text{ мтр.}$$

Разстояніе отъ центра давленія до центра тяжести:

$$f = x - \lambda_0 = 3{,}85 - 3{,}35 = 0{,}50 \text{ мтр.}$$

Моментъ инерціи горизонтальнаго сѣченія:

$$J = \frac{1{,}97^3}{12} + 1{,}97 \times \left(\frac{1{,}97}{2} + 1{,}34\right)^2 + \frac{1{,}48^3}{12} + 1{,}48 \times \left(\frac{1{,}48}{2} + 2{,}37\right)^2 =$$
$$= 0{,}636 + 10{,}59 + 0{,}272 + 14{,}31 = 25{,}80 \text{ мтр.}^4.$$

Площадь горизонтальной части:

$$F = 1{,}97 + 1{,}48 = 3{,}45 \text{ мтр.}^2.$$

Наибольшее сжимающее напряженіе около задняго ребра горизонтальнаго сѣченія B:

$$max\, p = \frac{N}{F} + \frac{Nfx}{J} = \frac{104388}{3{,}45} + \frac{104388 \times 0{,}50 \times 3{,}85}{25{,}80} = 30257 +$$
$$+ 7788 = 38045 \text{ клгр./мтр.}^2 < 9 \text{ клгр./см.}^2.$$

Основныя разсчетныя предположенія:

Береговой типъ стѣны.

1) Задняя грань стѣны подвержена распору отъ земляной засыпки и временной нагрузки.

2) Отсутствуетъ давленіе на переднюю грань стѣны и галлерея безъ воды.

3) Грунтъ въ основаніи—скала.

I. Повѣрка для основанія стѣны.

Черт. 16, рис. 53.

Распоръ земляной засыпки:

$$E = \frac{1}{2} \gamma H (H + 2h_r)\, tg^2 \left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{1}{2} \times 1600 \times 14{,}07 \times$$
$$\times (14{,}07 + 0{,}50)\ tg^2 \left(45^0 - \frac{30^0}{2}\right) = 54612 \text{ клгр.}$$

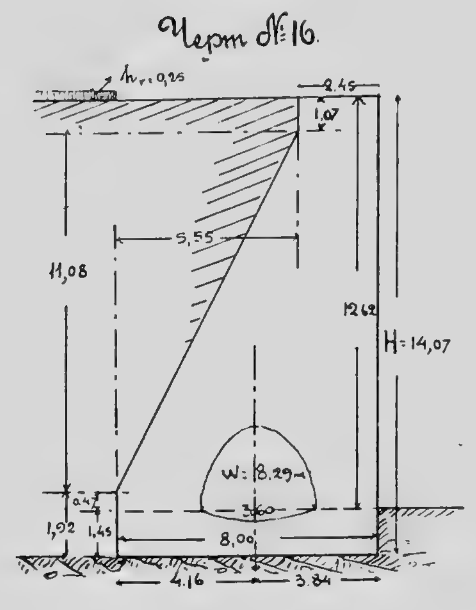


Рис. 53.

Вѣсъ кладки стѣны:

$$P_1 = \left[2,45 \times 14,07 + 11,08 \times 5,55 \times \frac{1}{2} + 1,92 \times 5,55 - 8,29\right] \times$$
$$\times 2400 = (34,47 + 30,74 + 10,65 - 8,29) \times 2400 = 162168 \text{ клгр.}$$

Вѣсъ земли въ заднемъ уступѣ стѣны:

$$P_2 = \left(1,07 \times 5,55 + 11,08 \times 5,55 \times \frac{1}{2}\right) \times 1600 = (5,94 +$$
$$+ 30,74) \times 1600 = 58688 \text{ клгр.}$$

Вертикальное усиліе, дѣйствующее на основаніе стѣны:

$$N = P_1 + P_2 = 162168 + 58688 = 220856 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по основанію стѣны:

$$\eta_1 = \frac{\mu N}{E} = \frac{0,76 \times 220856}{54612} = 3,07.$$

Плечо распора земли относительно основанія стѣны:

$$e=\frac{H}{3}\times\frac{H+3h_r}{H+2h_r}=\frac{14{,}07}{3}\times\frac{14{,}07+3\times0{,}25}{14{,}07+2\times0{,}25}=4{,}78 \text{ мтр.}$$

Опрокидывающій стѣну около передняго ребра основанія моментъ:

$$M_1=E\times e=54612\times4{,}78=261045 \text{ клгр./мтр.}$$

Сопротивляющійся опрокидыванію моментъ отъ вѣса кладки и земли на уступѣ задней грани стѣны вокругъ передняго ребра основанія:

$$M_0=\left[34{,}47\times2{,}45\times\frac{1}{2}+30{,}74\times\left(2{,}45+\frac{5{,}55}{3}\right)+10{,}65\times\left(2{,}45+\right.\right.$$
$$\left.\left.+\frac{5{,}55}{2}\right)-8{,}29\times3{,}84\right]\times2400+\left[5{,}94\times\left(2{,}45+\frac{5{,}55}{2}\right)+30{,}7\times\right.$$
$$\left.\times\left(2{,}45+\frac{5{,}55}{3}\times2\right)\right]\times1600=197{,}99\times2400+219{,}80\times1600=$$
$$=475176+351680=826856 \text{ клгр./мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$\eta=\frac{M_0}{M_1}=\frac{826856}{261045}=3{,}17.$$

Разстояніе центра давленія отъ передняго ребра основанія:

$$\lambda=\frac{M_0-M_1}{N}=\frac{826856-261045}{220856}=2{,}56 \text{ мтр.}$$

Наибольшее напряженіе давленія на грунтъ основанія отъ дѣйствія вѣса кладки и распора засыпки:

$$max\ p=\frac{N}{3\lambda}\times2=\frac{220856}{2{,}56\times3}\times2=57514 \text{ клгр./мтр.}^2=5{,}75 \text{ клгр./см.}^2$$

II. Повѣрка для пятового шва галлереи.

Вертикальное усиліе вѣса кладки и земли:

$$N_1=N-(8{,}0\times1{,}45-0{,}89)\times2400=220856-25704=$$
$$=195152 \text{ клгр.}$$

Горизонтальная составляющая давленія земли:

$$E_1 = \frac{1}{2} \times 1600 \times 12,62 \times (12,62 + 0,50) \times 0,333 = 44104 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$\eta_1 = \frac{0,76 \times 195152}{44104} = 3,36.$$

Плечо распора земли:

$$e_1 = \frac{12,62}{3} \times \frac{12,62 + 0,75}{12{\cdot}62 + 0,50} = 4,25 \text{ мтр.}$$

Опрокидывающій моментъ:

$$M'_1 = E_1 \; e_1 = 44104 \times 4,25 = 187442 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся моментъ:

$$M'_0 = M_0 - (8,0 \times 1,45 \times 4,00 - 0,89 \times 3,84) \times 2400 = 826856 - $$
$$- 103176 = 723680 \text{ клгр. мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ передняго ребра пятового шва:

$$\lambda_1 = \frac{M'_0 - M'_1}{N_1} = \frac{723680 - 187442}{195152} = 2,74 \text{ мтр.}$$

Разстояніе центра тяжести пятового шва отъ передняго ребра:

$$x_1 = 4,15 \text{ мтр.}$$

(см. разсчетъ рѣчной стѣнки камеры).

Моментъ инерціи шва:

$J = 38,66$ мтр.^{4}; площадь сѣченія $F = 4,40$ мтр.^{2}.

Слѣдовательно, плечо изгибающаго момента:

$$f = x_1 - \lambda_1 = 4,15 - 2,74 = 1,41 \text{ мтр.}$$

Наибольшее напряженіе кладки около передняго ребра:

$$p = \frac{195152}{4,4} + \frac{195152 \times 1,40 \times 4,15}{38,66} = 44352 \times 29328 =$$

$$= 73680 \text{ клгр./мтр.}^2.$$

Принимая во вниманіе временную нагрузку:

$$max\ p = 73680 + \frac{400 \times 8}{4,40} = 73680 + 727 = 74407 \text{ клгр./мтр.}^2 <$$

$$< 9 \text{ клгр./мтр.}^2.$$

Верхняя голова шлюза.

Верхняя головная часть шлюза со стѣнкой паденія, образованной поставленнымъ вертикально сводомъ, не поддается какому-либо разсчету; поэтому размѣры стѣнки паденія были выбраны, руководствуясь существующими сооруженіями. Стѣнку паденія возможно провѣрить, какъ сводъ, на прочность его и на скольженіе, считая, что сводъ отдѣлился отъ своихъ пятъ; также возможно разсчитать стѣнку, какъ балку, закрѣпленную двумя концами. Эти провѣрки были сдѣланы при проектированіи, и, для сравненія, такимъ же провѣркамъ была подвергнута стѣнка паденія стараго Мюнстерскаго шлюза на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ, послужившаго образцомъ для проектированнаго шлюза. Результаты провѣрки были вполнѣ благопріятны для этого сооруженія, но здѣсь они не приведены, такъ какъ они, по своей условности, не представляютъ практическаго интереса.

Въ отношеніи упорныхъ стѣнъ верхняя голова шлюза находится въ значительно болѣе благопріятныхъ условіяхъ, чѣмъ нижняя голова, такъ какъ упоръ отъ воротъ воспринимается длинными стѣнами шлюза. Примѣненіе въ верхней головѣ шлюза воротъ на горизонтальной оси, передающихъ давленіе воды не только на стѣны, но также и на король, уменьшаетъ работу верхней головной части по сравненію съ нижнею, тѣмъ болѣе, что и давленіе по своему направленію вдоль стѣнъ является болѣе благопріятнымъ.

Стѣнка водопроводнаго колодца.

Колодецъ разсчитанъ на давленіе воды изнутри, при отсутствіи засыпки снаружи, какъ обыкновенная подпорная стѣнка. Предполагая трапецоидальное сѣченіе стѣны съ вертикальнымъ

внутреннимъ ребромъ, шириною по верху $b = 1,49$ метр. и высотою $h = 4,26$ метр., необходимая ширина основанія опредѣлится изъ условія прохожденія кривой давленія въ средней трети основанія.

Если назвать ширину основанія $b + x$ и разстояніе центра давленія отъ внѣшняго ребра основанія черезъ λ, то уравненіе, отвѣчающее вышепоставленному условію (черт. № 17, рис. 54):

$$\lambda = \frac{M_0 - M_1}{P} = \frac{b + x}{3}$$

Черт. № 17.

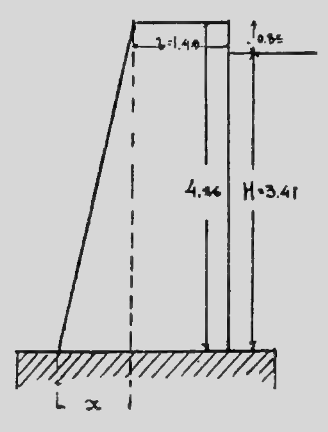


Рис. 54.

Моментъ, опрокидывающій около внѣшняго ребра:

$$M_1 = \frac{\delta H^3}{6} = \frac{1000 \times 3,41^3}{6} = 6609 \text{ клгр. мтр.}$$

Вѣсъ массива:

$$P = \gamma \left(bH + \frac{Hx}{2} \right)$$

Сопротивляющійся опрокидыванію моментъ вѣса:

$$M_0 = \gamma bH \left(\frac{b}{2} + x \right) + \gamma H \frac{x}{3}$$

Подставляя эти величины въ уравненіе:

$$\frac{\gamma H\left[b\left(\frac{b}{2}+x\right)+\frac{x^2}{6}\right]-M_1}{\gamma H\left(b+\frac{x}{2}\right)}=\frac{b+x}{3}$$

которое въ преобразованномъ видѣ даетъ квадратное уравненіе:

$$x^2+3bx+\left(b^2-\frac{6M_1}{\gamma H}\right)=0$$

откуда

$$x=-\frac{3}{2}b+\sqrt{\frac{9b^2}{4}-b^2+\frac{6M_1}{\gamma H}}=-\frac{3b}{2}+\sqrt{\frac{5b^2}{4}+\frac{6M_1}{\gamma H}}$$

Подставляя числовыя значенія:

$$x=-2{,}23+\sqrt{2{,}77+3{,}88}=-2{,}23+2{,}58=0{,}35 \text{ мтр.}$$

Если принять уклонъ внѣшняго ребра 1 : 5, то:

$$x=\frac{4{,}26}{5}=0{,}85 \text{ мтр.}$$

Ширина основанія:

$$b+x=1{,}49+0{,}85=2{,}34 \text{ мтр.}$$

Вѣсъ 1 пог. мтр.:

$$p=\frac{2{,}34+1{,}49}{2}\times 4{,}26\times 2400=19527 \text{ клгр.}$$

Горизонтальное давленіе воды:

$$Q=\frac{\delta H^2}{2}=\frac{3{,}41^2}{2}\times 1000=5814 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости стѣнки на скольженіе по основанію:

$$\eta_1=\frac{19527\times 0{,}76}{5814}=2{,}55.$$

Сопротивляющійся моментъ:

$$M_0 = \gamma H\Big[b\left(\frac{b}{2}+x\right)+\frac{x^2}{3}\Big] = 2400\times4,26\times\Big[1,49\times\left(\frac{1,49}{2}+\right.$$
$$\left.+\,0,85\right)+\frac{0.85^2}{2}\Big] = 27400 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$\eta_2 = \frac{27400}{6609} = 4,14.$$

Откосное крыло. На стѣнку давитъ сухая земля, вѣсъ 1 к. м. которой $\gamma = 1600$ клгр. и уголъ естественнаго откоса $\varphi = 35$.

Высота стѣнки:

$$H = 2,0 \text{ с.} = 4,26 \text{ мтр. (черт. № 18 рис. 55).}$$

Черт. № 18.

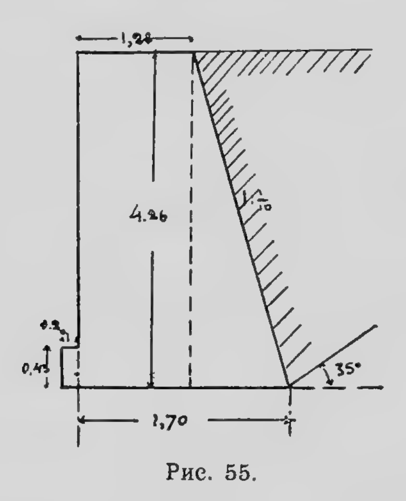


Рис. 55.

Приведенная высота временной нагрузки:

$$h_r = \frac{400}{1600} = 0,25 \text{ мтр.}$$

Горизонтальное давленіе земли:

$$E = \frac{1}{2}\gamma H (H + 2h_r)\, tg^2\left(45^0 - \frac{35^\circ}{2}\right) = \frac{1}{2} \times 1600 \times 4{,}26 \times$$
$$\times (4{,}26 + 0{,}50) \times 0{,}271 = 4362 \text{ клгр.}$$

Плечо распора:

$$e = \frac{H}{3} \times \frac{H + 3h_r}{H + 2h_r} = \frac{4{,}26}{3} \times \frac{4{,}26 + 0{,}75}{4{,}26 + 0{,}50} = 1{,}49 \text{ мтр.}$$

Вѣсъ стѣны:

$$P_1 = \left(\frac{1{,}28 + 1{,}70}{2} \times 4{,}26 + 0{,}21 \times 0{,}43\right) \times 2400 = 15456 \text{ клгр.}$$

Вертикальная составляющая давленія земли:

$$P_2 = 0{,}42 \times 4{,}26 \times \frac{1}{2} \times 1600 = 1432 \text{ клгр.}$$

Полное давленіе на основаніе:

$$P = P_1 + P_2 = 15456 + 1432 = 16888 \text{ клгр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по основанію:

$$\eta_1 = \frac{P\mu}{E} = \frac{0{,}76 \times 16888}{4362} = 2{,}94.$$

Опрокидывающій моментъ около передняго ребра:

$$M_1 = Ee = 4362 \times 1{,}49 = 6499 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся моментъ:

$$M_0 = \left[1{,}28 \times 4{,}26 \times \left(\frac{1{,}28}{2} + 0{,}21\right) + \frac{0{,}42}{2} \times 4{,}26 \times \left(\frac{0{,}42}{3} +\right.\right.$$
$$\left.\left. + 1{,}28 + 0{,}21\right)\right] \times 2400 + \frac{0{,}42}{2} \times 4{,}26 \times \left(\frac{0{,}42}{3} \times 2 + 1{,}28 + 0{,}21\right) \times$$
$$\times 1600 = 17104 \text{ клгр. мтр.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$\eta_2 = \frac{17104}{6499} = 2{,}63$$

4. Разсчетъ свода водопроводной галлереи по способу Schönhöfer'a.

Для арки съ задѣланными пятами, величина работы деформаціи выражается слѣдующей формулой:

$$A = \int_0^s \frac{M^2\, ds}{2EJ} + \int_0^s \frac{N^2\, ds}{2EF} \quad . \ . \ . \ . \ . \ \text{I}$$

гдѣ для даннаго сѣченія арки:

M—изгибающій моментъ;

N—нормальная къ сѣченію сила;

F—площадь сѣченія;

I—моментъ инерціи сѣченія относительно горизонтальной оси, проходящей черезъ центръ его тяжести;

s—длина арки по ея средней линіи;

ds—дифференціалъ дуги средней линіи;

E—модуль нормальной упругости матеріала арки.

Второй членъ въ правой части этого уравненія весьма малъ; поэтому безъ значительной погрѣшности можно выразить N приблизительно слѣдующимъ образомъ: $N = H_q$ гдѣ H_q —распоръ арки.

Далѣе для упрощенія площадь сѣченія:

$F_0 = \frac{F_1 + F_2 + \ . \ . \ . + Fn}{n}$ и тогда можно съ приближеніемъ принять, что

$$\int_0^s \frac{N^2\, ds}{2EF} = \frac{H_q{}^2\, s}{2EF_0}$$

Первый членъ правой части уравненія можетъ быть преобразованъ слѣдующимъ образомъ: интегралъ замѣняется суммированіемъ и выраженіе $\frac{ds}{J}$ приблизительно равной ему величиной $\frac{1}{k}$, значеніе которой получено на основаніи слѣдующихъ соображеній:

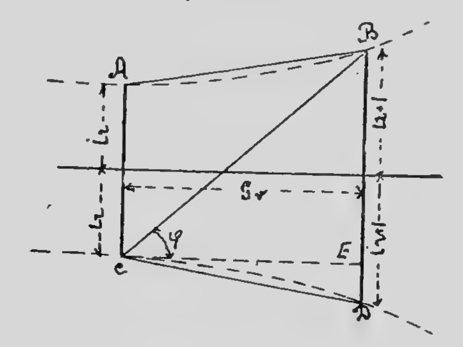
Арка дѣлится по средней линіи на такія части S_1 ; $S_2 \ldots\ldots S_v$, чтобы $\frac{S_1}{J_1} = \frac{S_2}{J_2} = \frac{S_3}{J_3} = \ldots = \frac{S_v}{J_v} = \ldots = const.$ гдѣ J_v представляетъ нѣкоторый средній моментъ инерціи для клина длиною S_v по средней линіи; это постоянное отношеніе можетъ быть изображено:

$$\frac{S_v}{J_v} = \frac{1}{k}$$

$J_v = \frac{1}{2}(i_v + i_{v+1})$ гдѣ i_v и i_{v+1} — моменты инерціи для сѣченій, находящихся въ началѣ и концѣ отрѣзка S_v.

Если развернуть среднюю линію арки и отложить въ каждой ея точкѣ симметрично вверхъ и внизъ моменты инерціи даннаго сѣченія арки, то получимъ двѣ кривыя AB и CD (пунктиромъ на чертежѣ 20 рис. 56), которыя на короткомъ промежуткѣ S_v можно замѣнить прямыми AB и CD.

Черт. № 19.



Черт. № 20.

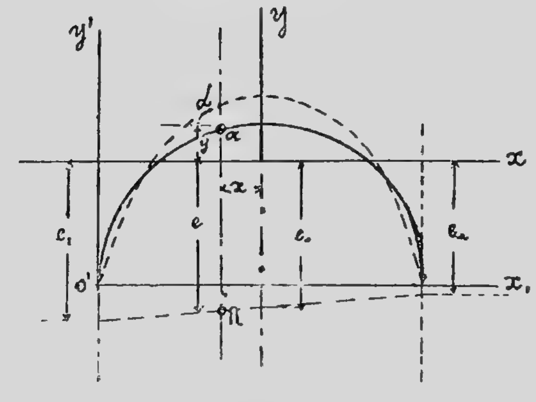


Рис. 56.

Далѣе:

$$BE = i_r + i_{r+1} = 2J_r$$

$$\frac{CE}{BE} = \frac{S_v}{2J_r} = Cotg\,\varphi$$

Выбирая отрѣзки S_v такъ, чтобы уголъ φ оставался постояннымъ, можно написать:

$$Cotg\,\varphi = \frac{1}{2k},$$

откуда

$$\frac{S_v}{J_r} = \frac{1}{2k}$$

(Графическое опредѣленіе величинъ S_v и $\frac{1}{k}$ исполнено на прилагаемомъ чертежѣ, рис. 57).

Первый членъ въ уравненіи работы деформаціи приметъ слѣдующій видъ:

$$\int_0^s \frac{M^2 dS}{2EJ} = \frac{1}{2Ek} \sum_1^n M^2$$

а уравненіе работы:

$$A = \frac{1}{2Ek} \sum_1^n M^2 + \frac{H_q{}^2 S}{2EF}$$

Принимая центръ тяжести лѣваго опорнаго сѣченія за начало координатъ, и за прямоугольныя координатныя оси OX и OY (черт. 20 рис. 56), абсциссы центровъ тяжести отдѣльныхъ клиньевъ свода обозначатся черезъ x'_1, x'_2, x'_3, ... x'_n, а ординаты y'_1, y'_2, y'_3, ... y'_n.

Вводя новыя оси координатъ, съ началомъ координатъ въ точкѣ, старыя координаты которой:

$$u = \frac{\sum_1^n x'}{n} \quad \text{и} \quad v = \frac{\sum_1^n y'}{n}$$

новыя абсциссы центровъ тяжести отдѣльныхъ клиньевъ свода будутъ: $x = x' - u$; $y = y' - v$.

При этомъ, благодаря значеніямъ, приданнымъ u и v, такъ какъ арка симметричная, можно написать:

$$\sum_1^n x = 0 \qquad \sum_1^n y = 0 \qquad \sum_1^n z = 0$$

Предполагая, что сплошная линія на чертежѣ 20 изображаетъ среднюю линію арки, а пунктирная—кривую давленія для какой-нибудь системы силъ, изгибающій моментъ для сѣченія, проходящаго черезъ точку a съ координатами x и y выразится:

$$M = H_q \times ah = H_q \left[R_\alpha - (y + e)\right]$$

Но R_α — есть ордината веревочнаго многоугольника, имѣющаго полюсное разстояніе H_q. Поэтому, если $\mathfrak{M}$—моментъ внѣшнихъ силъ, дѣйствующихъ на арку въ томъ случаѣ, когда бы онѣ дѣйствовали на балку, свободно лежащую на двухъ опорахъ, то:

$$\mathfrak{M} = H_q \times R_\alpha$$

Кромѣ того, изъ чертежа 20 видно, что

$$e = e_0 + \frac{e_1 - e_2}{l} x$$

гдѣ l — пролетъ арки.

Вводя эти значенія въ выраженіе для M и открывая скобки:

$$M = \mathfrak{M} - H_q\, y - H_q \frac{e_1 - e_2}{l} x - H_q\, e_0$$

Такъ какъ нагрузка и арка симметричны, то $e_1 = e_2 = e_0 = e$ и уравненіе для момента имѣетъ видъ:

$$M = \mathfrak{M} - H_q\, y - Z$$

гдѣ $Z = H_q\, e$ — нѣкоторый моментъ, постоянный для данной нагрузки.

На основаніи теоремы о наименьшей работѣ деформаціи, предполагая, что опоры неизмѣняемы и температура постоянна:

$$\frac{\partial A}{\partial H_q} = 0\,; \quad \frac{\partial A}{\partial Z} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial H_q} = -\,y\,; \quad \frac{\partial M}{\partial Z} = -\,1$$

$$\frac{\partial A}{\partial H_q} = -\frac{1}{Ek}\sum_1^n My + \frac{SH_q}{EF_0} = 0\,;$$

$$\frac{\partial A}{\partial Z} = -\sum_1^n M = 0\,; \quad \sum_1^n M = 0$$

Подставляя вмѣсто M его значеніе, имѣя въ виду, что $\sum\limits_1^n y = 0$:

$$H_q = \frac{\sum\limits_1^n \mathfrak{M}\;y}{\sum\limits_1^n y^2 + \frac{kS}{F_0}}\,; \quad Z = \frac{\sum\limits_1^n \mathfrak{M}}{n}\,; \quad e = \frac{Z}{H_q}$$

Для опредѣленія усилій, могущихъ дѣйствовать на сводъ, возможно предположить, что давленіе въ кладкѣ распространяется подъ угломъ въ 33° къ вертикали (проф. Курдюмовъ — «Каменная кладка»). На основаніи этого предположенія, приходится заключить, что надъ сводомъ водопроводной галлереи при нагрузкѣ стѣны можетъ выклиниться часть кладки, имѣющая видъ призматическаго тѣла съ верхнимъ острымъ ребромъ и съ боковыми гранями, касательными къ внѣшнему очертанію свода; вѣсъ этой кладки и будетъ дѣйствовать на сводъ, какъ нагрузка *).

*) При разрушеніи перемычекъ, какъ указано напримѣръ у Trautwine „Civil Engineer's Pocket—book“ (New-Jork 1906 г., стр. 432), въ кладкѣ надъ перемычкой образуется какъ бы сводъ съ очертаніемъ по ломаной линіи, имѣющей наклонъ къ горизонту около 45°.

Дѣйствительно, весьма неправильно было бы разсчитывать, что на сводъ опирается вся надъ нимъ лежащая часть каменной кладки, такъ какъ такое допущеніе приводитъ къ абсурдному заключенію, что замѣна кладки надъ сводомъ болѣе легкимъ матеріаломъ, хотя бы и сыпучимъ, какъ напримѣръ землей, облегчила бы работу свода, между тѣмъ какъ результаты подобной замѣны были бы прямо противоположны.

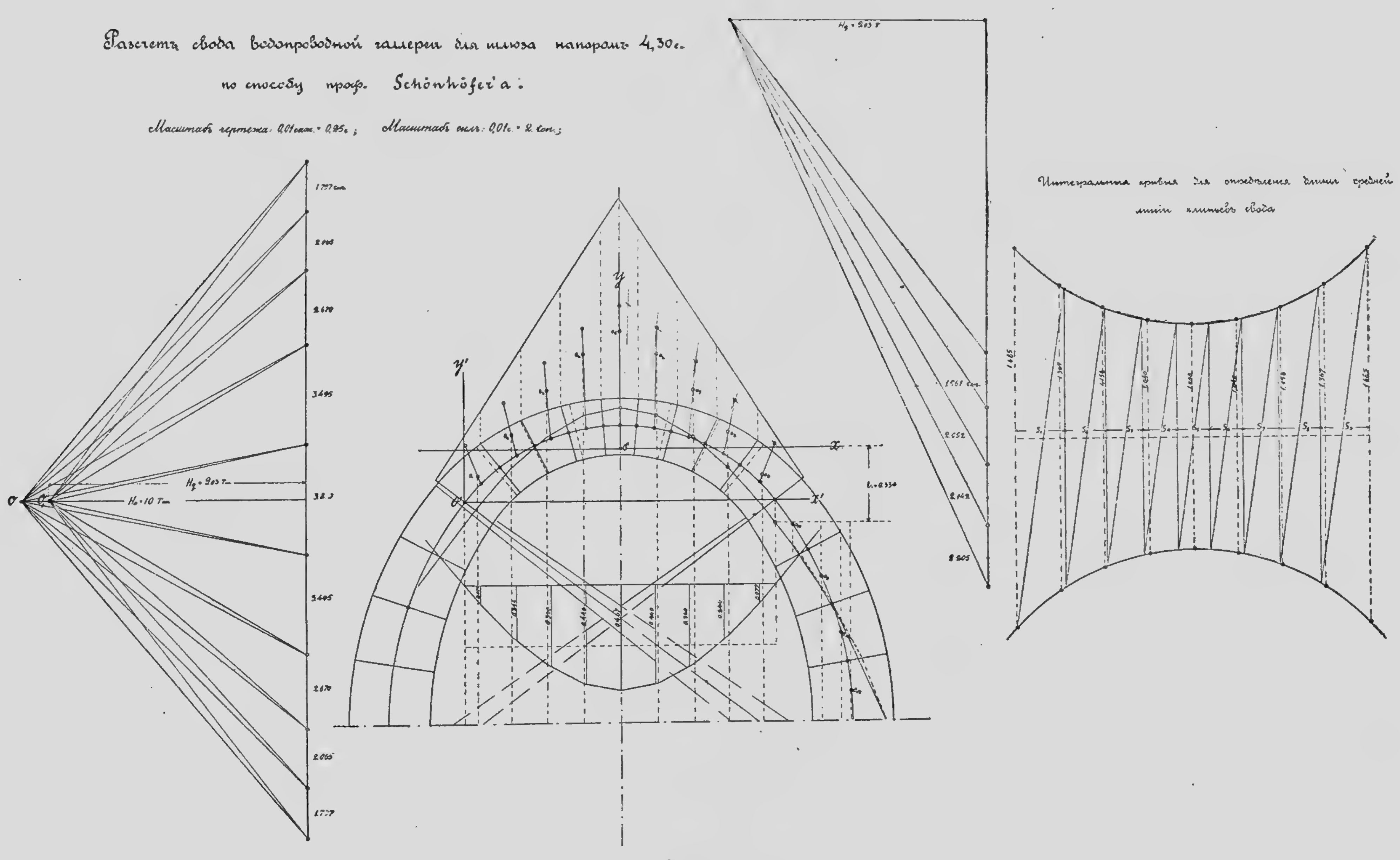

Разсчетъ свода водопроводной галлереи для шлюза напоромъ 4,30с.
по способу проф. Schönhöfer'a.
Масштабъ чертежа: 0,01саж. = 0,25с.; Масштабъ силъ: 0,01с. = 2 тон.;
Интегральная кривая для опредѣленія длины средней линіи клиньевъ свода

Рис. 57.

При разсчетѣ принято, что вѣсъ единицы объема бетоннаго свода равенъ таковому же вѣсу кладки стѣны.

Въ виду того, что внѣшнее очертаніе свода составлено изъ двухъ касательныхъ дугъ круга, имѣющихъ различные радіусы, приходится разсчитывать отдѣльно сначала верхнюю ключевую часть свода, принимая за пятовыя плоскости для этой части сѣченія, нормальныя къ средней линіи свода въ точкѣ касанія дугъ большаго и меньшаго радіусовъ.

Выдѣленная часть свода раздѣлена на восемь клиньевъ, равныхъ по длинѣ средней линіи, затѣмъ построены интегральныя кривыя, далѣе сводъ раздѣленъ на клинья неравной длины S_v, какъ объяснено выше, и опредѣлена величина $\frac{1}{k}$; опредѣливъ вѣсъ каждаго клина съ нагрузкой и положеніе равнодѣйствующей вѣса, помощью многоугольника силъ и веревочнаго многоугольника, найдены изгибающіе моменты $\mathfrak{M}$ для сѣченій свода, проходящихъ черезъ центры тяжести клиньевъ длиною S_v; наконецъ опредѣляя ординаты y, центровъ тяжести каждаго клина и всѣ элементы, входящіе въ вышевыведенныя формулы для H_q, Z и e, нетрудно найти ихъ значенія. Всѣ эти дѣйствія произведены графически на прилагаемомъ чертежѣ (рис. 57).

Зная эти послѣднія, возможно опредѣлить изгибающіе моменты и напряженія въ кладкѣ для любого сѣченія свода, принимая во вниманіе, что нормальная къ сѣченію сила выражается простой формулой:

$$N_x = H_q \ Cos\varphi + V Sin\varphi$$

гдѣ V — вертикальная сила для даннаго сѣченія балки, лежащей свободно на двухъ опорахъ, и φ — уголъ между направленіемъ линіи сѣченія и вертикалью, проведенной черезъ центръ дуги арки.

Всѣ данныя, послужившія для разсчета и построенія кривой давленія для свода по изложенному способу, сгруппированы въ трехъ нижеприведенныхъ таблицахъ.

ТАБЛИЦА № 1.

Данныя для построенія интегральныхъ кривыхъ и опредѣленія величины $\frac{1}{к}$.

№ сѣченія.	Учетверенная толщина свода въ данномъ сѣченіи $4d$ въ саженяхъ.	$(4d)^3$.	Длина клина по средней линіи S_v въ саженяхъ.	Моментъ инерціи сѣченія i_v саж.^{4}.	$I_v = \frac{i_v + i_{v+1}}{2}$ саж.^{4}.	$\frac{S_v}{I_v} = \frac{1}{к}$.
1	1,19	1,685		0,002190		
			0,2200		0,001973	111,4
2	1,11	1,367		0,001755		
			0,1775		0,001625	109,3
3	1,05	1,158		0,001495		
			0,1630		0,001438	113,3
4	1,013	1,040		0,001382		
			0,1500		0,001350	111,2
5	1,00	1,000		0,001318		
			0,1450		0,001318	110,5
6	1,013	1,040		0,001318		
			0,1500		0,001350	111,2
7	1,05	1,158		0,001382		
			0,1630		0,001438	113,3
8	1,11	1,367		0,001495		
			0,1775		0,001625	109,3
9	1,19	1,685		0,001755		
			0,2200		0,001973	111,4
10	—	—		0,002190		
	$\Sigma(4d) = 9,726$		$\Sigma S_v = 1,5660$			$\Sigma \frac{1}{k} = 1000,9$

$$\frac{1}{k} = \frac{n}{k\,n} = \frac{1000,9}{9} = 111,1$$

$$F_0 = \frac{\Sigma 4d}{4n} = \frac{9,726}{36} = 0,27$$

ТАБЛИЦА № 2.

Для опредѣленія изгибающихъ моментовъ $\mathfrak{M}$ свободно лежащей балки съ пролетомъ, равнымъ пролету свода.

№ клина.	Площадь клина ω_1 кв. саж.	Площадь нагрузки ω_2 кв. саж.	Вѣсъ клина съ нагрузкой въ тоннахъ $p=(\omega_1+\omega_2)\gamma$.	Ординаты веревочнаго многоугольника въ саж. y.	Изгибающіе моменты $\mathfrak{M}$ тон. саж.
1	0,0631	0,0142	1,797	0,079	0,79
2	0,0483	0,0405	2,065	0,244	2,44
3	0,0424	0,0726	2,670	0,360	3,60
4	0,0383	0,1120	3,495	0,440	4,40
5	0,0362	0,1312	3,890	0,467	4,67
6	0,0383	0,1120	3,495	0,440	4,40
7	0,0424	0,0726	2,670	0,360	3,60
8	0,0483	0,0405	2,065	0,244	2,44
9	0,0631	0,0142	1,797	0,079	0,79

ТАБЛИЦА № 3.

Данныя для опредѣленія величинъ: H_q, Z, e.

№ клина.	y_1.	$y_1 - v = \pm y$.	y^2.	$\mathfrak{M}$ тон. саж.	$\pm \mathfrak{M} y$.
1	0,080	$-0,154$	0,0237	0,79	$-0,1217$
2	0,204	$-0,030$	0,0009	2,44	$-0,0732$
3	0,278	$+0,044$	0,0019	3,60	$+0,1582$
4	0,323	$+0,089$	0,0079	4,40	$+0,3917$
5	0,335	$+0,101$	0,0102	4,67	$+0,4720$
6	0,323	$+0,089$	0,0079	4,40	$+0,3917$
7	0,278	$+0,044$	0,0019	3,60	$+0,1582$
8	0,204	$-0,030$	0,0009	2,44	$-0,0732$
9	0,080	$-0,154$	0,0237	0,79	$-0,1217$
	$\Sigma y_1 = 2,105$ $v = \frac{2,105}{9} = 0,234$		$\Sigma y^2 = 0,079$	$\Sigma \mathfrak{M} = 27,13$	$\Sigma \mathfrak{M} y = 1,5718 - 0,3898 = 1,182$

Подставляя полученныя значенія въ вышевыведенныя формулы:

$$H_q = \frac{\sum_1^n \mathfrak{M}\, y}{\sum_1^n y^2 + \frac{kS}{F_0}} = \frac{1{,}182}{0{,}079 + \frac{1{,}566}{111{,}1 \times 0{,}27}} = \frac{1{,}182}{0{,}1312} = 9{,}03 \text{ тоннъ.}$$

$$Z = \frac{\sum_1^n \mathfrak{M}}{n} = \frac{27{,}13}{9} = 3{,}014$$

$$e = \frac{Z}{H_q} = \frac{3{,}014}{9{,}03} = 0{,}334 \text{ мтр.}$$

Для любого сѣченія:

$$M = \mathfrak{M} - H_q\, y - Z;$$

Для ключевого сѣченія:

$$M = 4{,}67 - 0{,}912 - 3{,}014 = 0{,}744 \text{ тон. мтр.}$$

Разстояніе центра давленія отъ центра тяжести ключевого сѣченія:

$$\lambda = \frac{M}{H_q} = \frac{0{,}744}{9{,}03} = 0{,}0823 \text{ мтр.}$$

Наибольшее сжимающее напряженіе для ключевого шва:

$$max\, \sigma = \frac{2H_q}{\left(\frac{d_5}{2} - \lambda\right) \times 3} = 2 \times \frac{9{,}03}{3 \times \left(\frac{0{,}25}{2} - 0{,}0823\right) \times 4{,}55} =$$

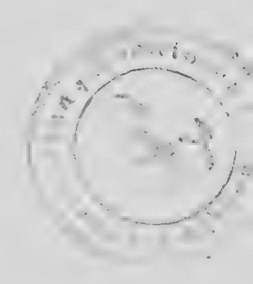
$$= \frac{18{,}06}{0{,}589} = 30{,}7 \text{ тон./мтр.}^2 = 3{,}07 \text{ клгр./мтр.}^2 < 6 \text{ клгр./мтр.}^2.$$

Глава VI.

Шлюзы малыхъ паденій (1,90 саж. и 0,75 саж.).

Общее описаніе.

Шлюзы съ меньшими паденіями, чѣмъ описанные въ предыдущей главѣ, проектированы на основаніи тѣхъ же данныхъ и предположеній; поэтому въ ихъ описаніи необходимо остановиться лишь на тѣхъ измѣненіяхъ въ конструкціяхъ, которыя были внесены по сравненію со шлюзами большихъ паденій. При проектированіи шлюзовъ Камско-Иртышскаго воднаго пути, какъ указывалось уже ранѣе, было условно предположено, для того чтобы имѣть запасъ въ подсчетѣ работъ, что шлюзы небольшихъ паденій до 1,75 саж. будутъ построены безъ стѣнки паденія, поэтому типовой проектъ шлюза съ паденіемъ 0,75 саж. составленъ въ этомъ предположеніи, а для шлюза съ паденіемъ въ 1,90 с. составленъ варіантъ верхней головы безъ стѣнки паденія (рис. 58 и 59). Такимъ образомъ, шлюзъ этого паденія, являющійся по своему паденію среднимъ для всей системы, оказывается связующимъ звеномъ между двумя группами запроектированныхъ шлюзовъ: одинъ варіантъ даетъ третій членъ въ первую группу, и другой варіантъ съ шлюзомъ малаго паденія составляетъ вторую группу.



Для полноты желательно было бы имѣть по крайней мѣрѣ еще одинъ промежуточный членъ для третьей группы, но это оказалось невозможнымъ при тѣхъ срокахъ и средствахъ, которые были въ распоряженіи составителя проекта.

Въ виду того, что шлюзы меньшихъ паденій могутъ быть расположены и не въ столь благопріятныхъ условіяхъ грунта, какъ шлюзы большого паденія, проектъ фундаментовъ для нихъ разработанъ болѣе подробно, чѣмъ въ этихъ послѣднихъ. Фундаментъ

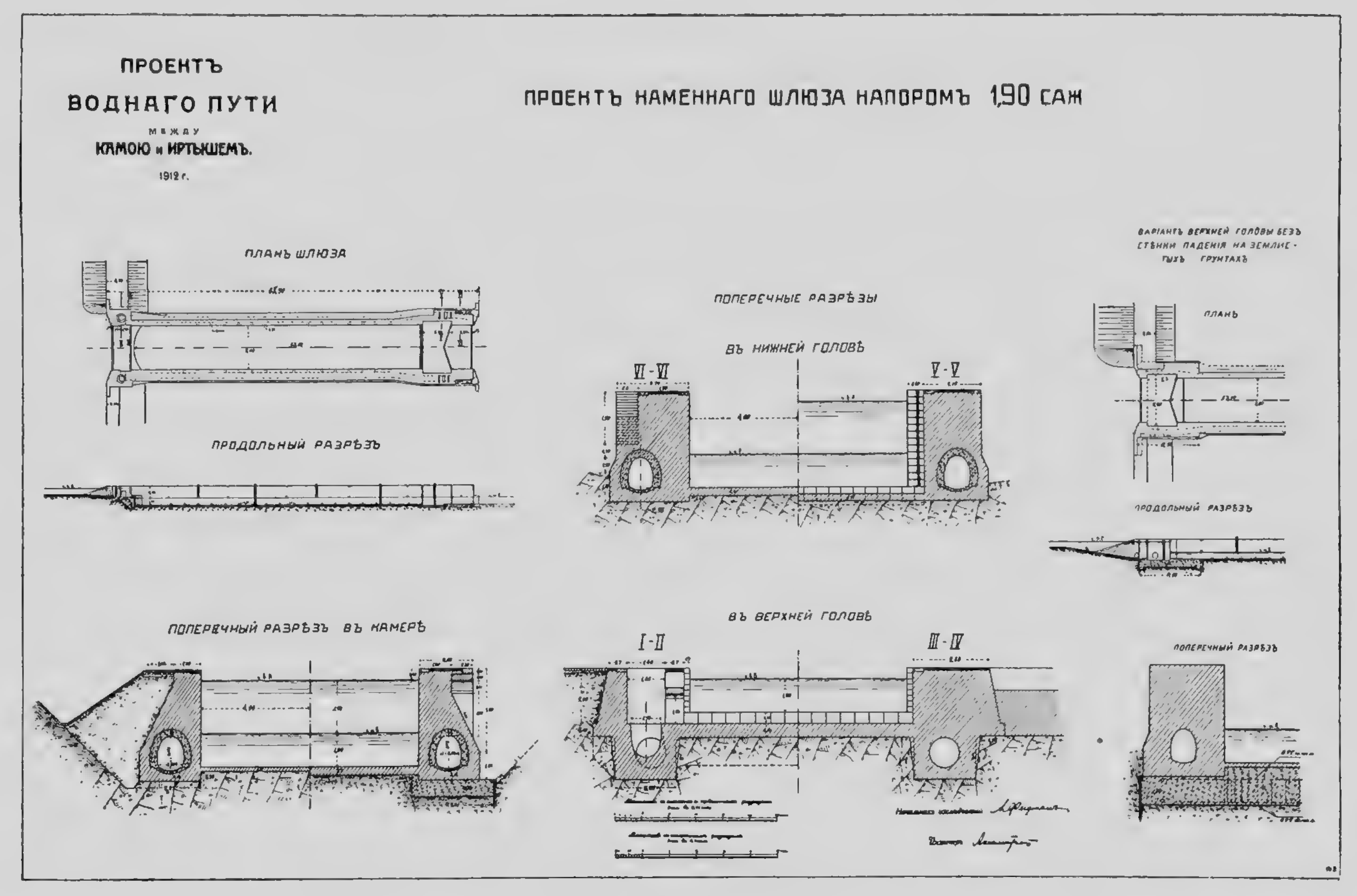

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ.
1912 г.
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 1,90 САЖ
ПЛАНЪ ШЛЮЗА
ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРѢЗЪ
ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРѢЗЪ ВЪ КАМЕРѢ
ПОПЕРЕЧНЫЕ РАЗРѢЗЫ
ВЪ НИЖНЕЙ ГОЛОВѢ
VI-VI
V-V
ВЪ ВЕРХНЕЙ ГОЛОВѢ
I-II
III-IV
ВАРІАНТЪ ВЕРХНЕЙ ГОЛОВЫ БЕЗЪ СТѢНКИ ПАДЕНІЯ НА ЗЕМЛИСТЫХЪ ГРУНТАХЪ
ПЛАНЪ
ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРѢЗЪ
ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРѢЗЪ

Рис. 58.

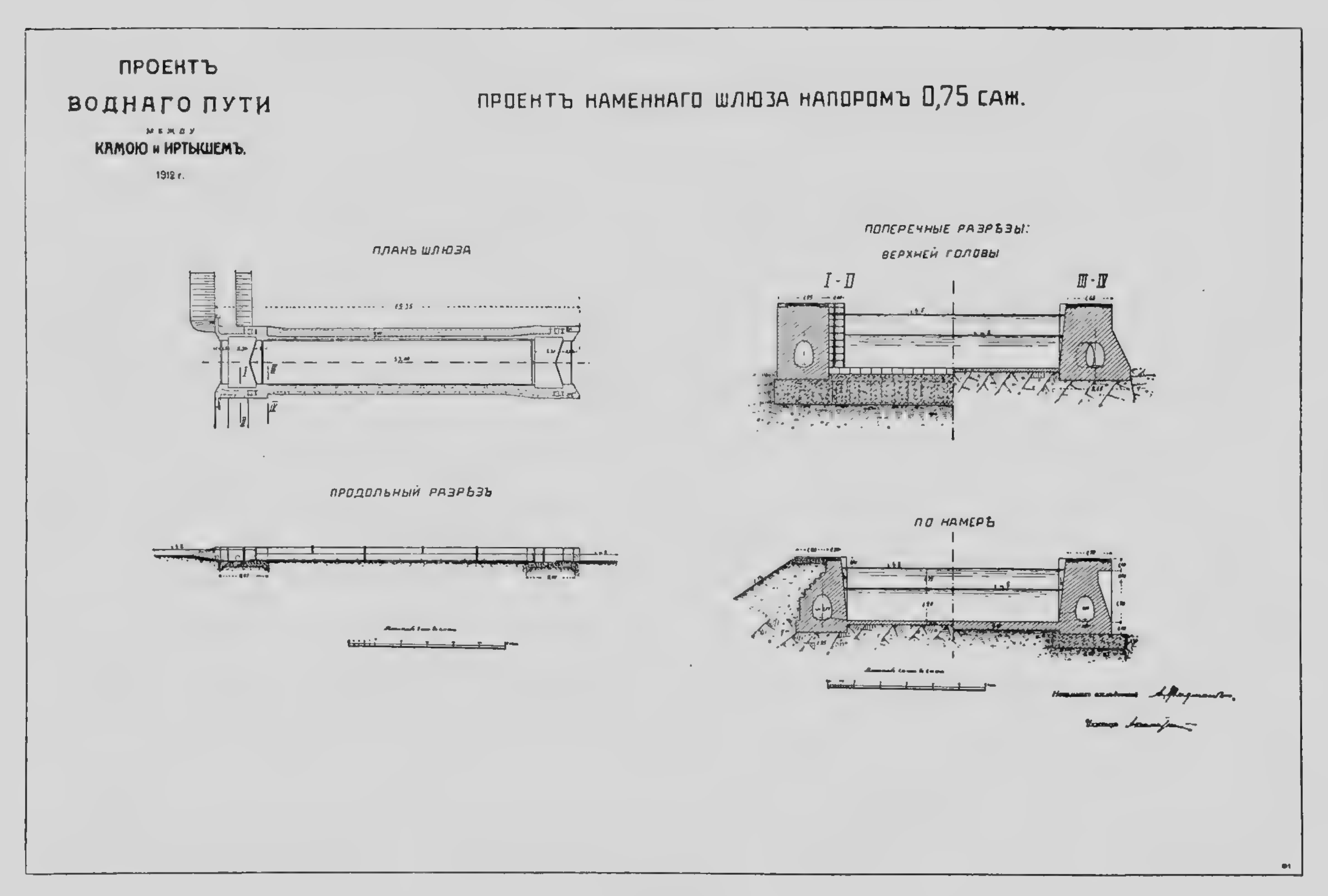

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ.
1912 г.
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 0,75 САЖ.
ПЛАНЪ ШЛЮЗА
ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРѢЗЪ
ПОПЕРЕЧНЫЕ РАЗРѢЗЫ:
ВЕРХНЕЙ ГОЛОВЫ
I-II
III-IV
ПО КАМЕРЪ

Рис. 59.

запроектированъ подъ стѣны камеры и сплошной въ головныхъ частяхъ, при чемъ въ этихъ послѣднихъ проектируется очень солидная конструкція въ видѣ желѣзо-бетонной плиты, разсчитанной на условія самой невыгодной ея работы. Въ верхней головной части шлюзовъ со стѣнкой паденія заполненіе бутовой кладкой спроектировано въ предположеніи устройства одиночныхъ откосовъ котлована.

Наряду съ варіантомъ шлюзовъ, расположенныхъ на землистыхъ грунтахъ, составленъ варіантъ конструкціи частей шлюза въ предположеніи скалистаго основанія, такъ какъ и такіе грунты встрѣчаются на проектномъ профилѣ пути въ мѣстахъ расположенія шлюзовъ небольшихъ паденій.

Во всѣхъ шлюзахъ проектированы стѣны камеры двухъ типовъ, рѣчного и берегового, какъ и въ шлюзѣ съ паденіемъ 4,30 саж. Рѣчныя стѣны проектированы на основаніи типа стѣнъ шлюзовъ германскихъ водныхъ путей, а береговыя по типу, примѣненному въ шлюзѣ съ паденіемъ 4,30 саж., кромѣ шлюза съ паденіемъ 0,75 саж.: въ этомъ послѣднемъ проектѣ стѣнка спроектирована нѣсколько другого типа: ея грань, обращенная въ камеру шлюза, сдѣлана съ уклономъ въ $^1/_{10}$, имѣя въ виду, что большинство шлюзовъ малыхъ паденій устраивается съ обѣими стѣнками берегового типа (Средняя и Нижняя Исеть), а для этого типа стѣнки, поддерживающей земляную насыпь, особенно большое значеніе пріобрѣтаетъ устройство внутренней грани съ уклономъ, а также принято во вниманіе и то обстоятельство, что при малыхъ паденіяхъ увеличеніе сливной призмы шлюза, благодаря наклоннымъ гранямъ, очень незначительно. Береговая стѣнка проектируется съ задней гранью по уступчатой линіи, а не по прямой, какъ въ остальныхъ шлюзахъ. Этотъ варіантъ стѣнки представляетъ нѣкоторое удобство въ ея выполненіи, но въ смыслѣ работы стѣнки и количества матеріала болѣе выгоднымъ представляется устройство задней грани по наклонной прямой *). Шкафныя и упорныя стѣны для шлюзовъ паденіемъ 0,75 саж. проектированы съ прямоугольнымъ очертаніемъ ихъ поперечнаго сѣченія, также вслѣдствіе ихъ незначительной высоты, въ то время, какъ шлюзы большихъ паденій

*) Это соображеніе было высказано также и Техническимъ Совѣщаніемъ.

имѣютъ упорныя стѣны трапецоидальнаго сѣченія, болѣе экономнаго въ смыслѣ затраты матеріала.

Разсчетъ времени наполненія и водопроводныхъ галлерей.

Въ шлюзахъ съ паденіемъ въ 1,90 и 0,75 саж., проектированныхъ отчасти нѣсколько ранѣе того, какъ былъ намѣченъ и законченъ проектъ шлюза съ паденіемъ 4,30 саж., размѣры водопроводныхъ галлерей даютъ нѣсколько иное время наполненія камеры по сравненію съ этимъ основнымъ типомъ шлюза; между тѣмъ, имѣя цѣлью достичь равномѣрности пропускной способности на всѣхъ шлюзахъ системы, надо было бы разсчитать галлереи. Для шлюза съ паденіемъ въ 1,90 саж. размѣры водопроводной галлереи были взяты на основаніи проекта шлюза съ паденіемъ въ 1,67 саж. для участка пути по Нижней Чусовой (описаніе его приводится ниже, въ гл. IX), чтобы не подбирать новаго профиля и воспользоваться разсчетомъ свода этой галлереи. Поперечное сѣченіе этой галлереи составляетъ 0,96 кв. саж., а время наполненія камеры проектируемаго шлюза получилось 367 сек., между тѣмъ какъ для времени въ 460 секундъ достаточно было бы спроектировать отверстіе съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 0,765 кв. саж. Отверстіе водопроводной галлереи для шлюза напоромъ въ 0,75 саж. назначено подобнымъ отверстію шлюза напоромъ въ 1,90 саж., уменьшая размѣры пропорціонально корнямъ квадратнымъ изъ отношенія площадей отверстій. Такъ какъ сливная призма шлюза безъ стѣнки паденія нѣсколько больше таковой же въ случаѣ устройства стѣнки паденія, то время наполненія проектируемаго шлюза получилось 406 секундъ. Вмѣсто принятой площади галлереи въ 0,57 кв. саж., можно было бы ограничиться площадью въ 0,503 кв. саж. Эти первоначально принятыя величины не были пересчитаны за неимѣніемъ времени для внесенія соотвѣтствующихъ поправокъ въ подсчеты количества работъ, тѣмъ болѣе что уменьшеніе размѣровъ водопроводныхъ галлерей не оказало бы существеннаго вліянія на смѣтную стоимость постройки шлюза. Приведенныя цифры оправдываются нижеприводимыми разсчетами.

Означенныя данныя послужили для построенія графика зависимости между величиною паденія въ шлюзѣ и площадью сѣченія водопроводовъ (рис. 60).

Водопроводныя галлереи шлюза паденіемъ 1,90 саж.

Сѣченіе водопроводныхъ галлерей принято по проекту шлюза съ паденіемъ въ 1,67 саж., спроектированнаго для нижняго теченія р. Чусовой. Площадь этого сѣченія $\omega = 0,96$ кв. саж.; форма яйцевидная, (черт. 22, рис. 60). Размѣры свода галлереи разсчитаны въ вышеуказанномъ проектѣ.

Периметръ сѣченія $= 3,536$ с. Живое сѣченіе лотка 0,065 с. Наибольшая ширина 0,94 с. Глубина лотка 0,12 с. Ширина сѣченія $b = 0,804$ саж. Высота сѣченія $h = 1,106$ саж. Периметръ сводчатой части (безъ лотка) 2,68 саж. Периметръ лотка 0,849 саж. Периметръ всего отверстія 3,53 саж. Внутренній периметръ 3,54 с. Длина средней линіи свода 3,25 саж. Съ камерой галлерея сообщается помощью 16 оконъ съ площадью каждаго окна въ 0,09 кв. саж., и съ общей площадью всѣхъ оконъ въ 1,44 кв. саж., что составляетъ въ 1,5 раза увеличенную площадь галлереи.

Объемъ сливной призмы $460 \times 1,90 + 7,45 \times 1,20 = 874 + 8,9 = 883$ куб. саж. (черт. 23, рис. 60).

Время наполненія камеры.

При живомъ сѣченіи галлереи $= 0,96 \times 2 = 1,92$ кв. саж., время наполненія камеры:

$$F = \frac{2 \times 883}{0,60 \times \sqrt{2 \times 4,6 \times 1,90 \times 1,92}} = \frac{1766}{0,60 \times 4,18 \times 1.92} = 367 \text{ сек.}$$

Сохраняя одинаковое время наполненія въ 460 сек., необходимое отверстіе галлереи для напора 1,90 с.:

$$\omega = \frac{1766}{2 \times 0,60 \times 4,18 \times 460} = \frac{1,53}{2} = 0,765 \text{ кв. с.}$$

Водопроводныя галлереи шлюза паденіемъ 0,75 саж.

Отверстіе водопроводной галлереи $\omega = 0,57$ саж.^{2}.

Очертанія галлереи приняты подобными профилю галлереи, для напора 1,67 с. съ площадью $\omega = 0,96$ саж.^{2}

Основные размѣры отверстія получены изъ подобія профилей, уменьшая ихъ пропорціонально корню квадратному изъ отношенія площадей (черт. 26, рис. 60).

Постоянный коэффиціентъ уменьшенія:

$$A = \sqrt{\frac{0,57}{0,96}} = 0,771.$$

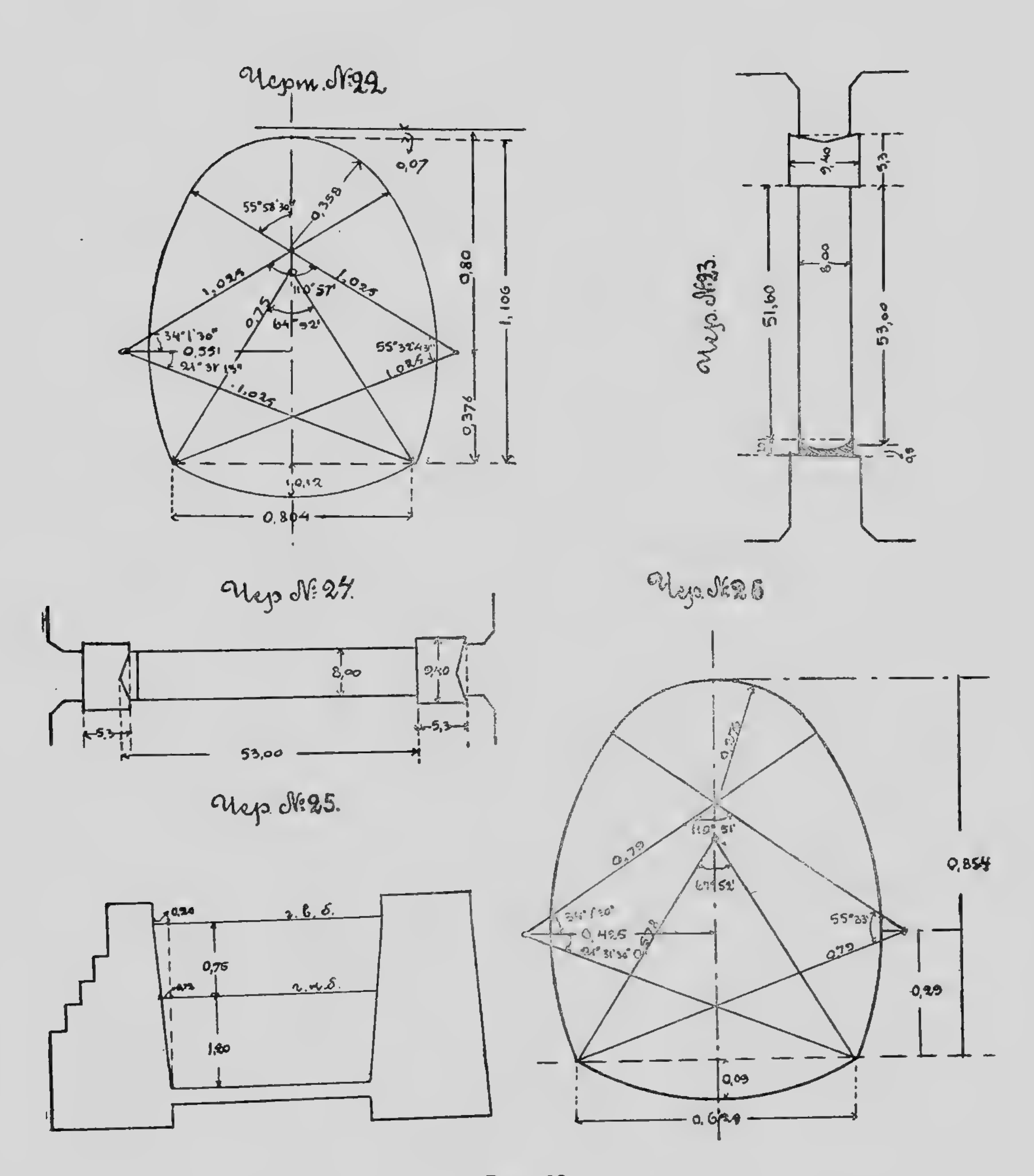

Черт. №22
0,07
55°58'30"
0,358
1,025
110°57'
0,80
1,106
0,75
64°32'
34°1'30"
0,551
21°31'13"
55°32'43"
1,025
0,376
0,12
0,804
Чер. №23.
2,40
5,3
8,00
51,60
53,00
Чер. №24.
8,00
2,40
5,3
53,00
Чер. №25.
0,20
0,75
1,80
Чер. №26
119°51'
0,79
67°52'
0,854
34°1'30"
0,425
21°31'30"
55°33'
0,79
0,29
0,09
0,624

Рис. 60.

Ширина лотка:

$$b = 0{,}804 \times 0{,}771 = 0{,}62 \text{ саж.}$$

Высота сѣченія:

$$h = 1{,}06 \times 0{,}771 = 0{,}85 \text{ саж.}$$

Наибольшая ширина галлереи:

$$a = 0{,}94 \times 0{,}771 = 0{,}72 \text{ саж.}$$

Периметръ свода: $l = 1{,}47$ саж.
Периметръ всего свода галлереи $\alpha = 1.472 + 1.248 = 2{,}72$ саж.

Время наполненія камеры.

Объемъ сливной призмы (черт. 24 и 25, рис. 60):

$$(53{,}0 \times 8{,}00 + 9{,}40 \times 5{,}3 + 2 \times 4{,}8 \times 0{,}50) \times 0{,}75 + \frac{0{,}195 + 0{,}120}{2} \times$$
$$\times 0{,}75 \times 2 \times (53 - 2{,}15 - 1{,}50) = (424 + 49{,}82 - 4{,}8) \times 0{,}75 +$$
$$+ 0{,}236 \times 49{,}35 = 363{,}85 \text{ куб. саж.}$$

Время наполненія:

$$T = \frac{363{,}85}{0{,}60 \times \sqrt{2 \times 4{,}6 \times 0{,}75 \times 0{,}57}} = \frac{363{,}85}{0{,}895} = 406{,}5 \text{ сек.}$$

Если сохранить общее для всѣхъ шлюзовъ время наполненія 460 сек., то площадь сѣченія:

$$\omega = \frac{363{,}85}{0{,}60 \times 2 \times 4{,}6 \times 0{,}75 \times 460} = \frac{363{,}85}{722{,}20} = 0{,}504 \text{ кв. саж.}$$

Измѣненія основныхъ элементовъ шлюза въ зависимости отъ паденія.

Имѣя спроектированными 4 шлюза разныхъ паденій съ примѣненіемъ въ общемъ однообразныхъ конструкцій и одинаковыхъ способовъ разсчета ихъ основныхъ размѣровъ, возможно было свести результаты проектированія въ графикъ, изображающій зависимость размѣровъ частей шлюзовъ отъ измѣненій ихъ паденій.

На прилагаемомъ чертежѣ (рис. 61) построены графическія зависимости отъ величины паденія въ шлюзѣ слѣдующихъ размѣровъ частей шлюзовъ: длины упорныхъ стѣнъ въ нижней

головѣ, ширины упорной стѣны по ея основанію, ширины стѣны камеры по основанію, площадей сѣченія водопроводныхъ галлерей.

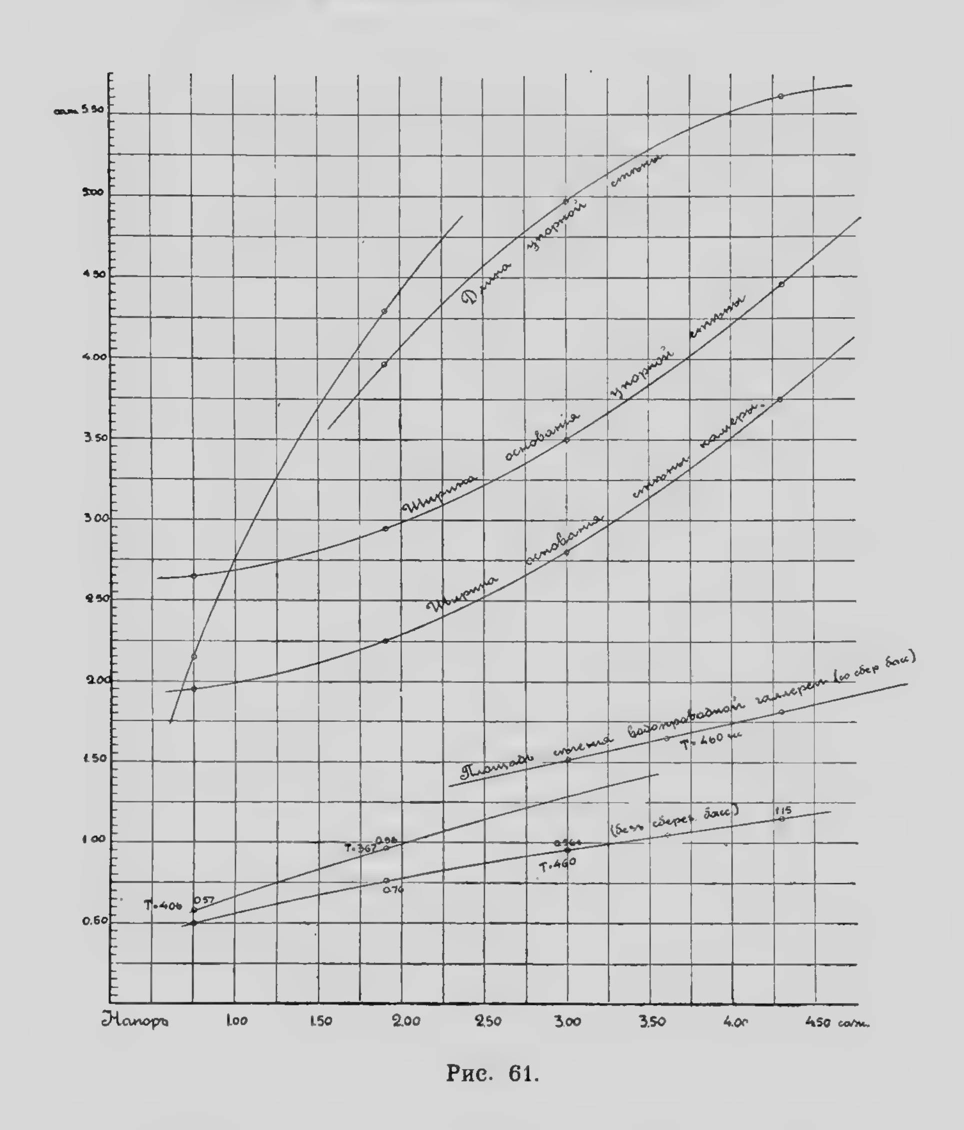


Рис. 61.

Кривая измѣненія длины упорной стѣны имѣетъ двѣ вѣтви въ зависимости отъ примѣненнаго типа профиля этой стѣны: трапецои-

дальнаго съ лѣстницей—въ шлюзахъ большого паденія и прямоугольнаго безъ лѣстницы—въ шлюзахъ малаго паденія.

Измѣненіе площадей водопроводныхъ галлерей изображено тремя вѣтвями: верхняя построена для шлюзовъ большого паденія, оборудованныхъ сберегательными бассейнами; въ предположеніи сбереженія до 60% сливной призмы и на случай расположенія бассейновъ на трехъ уровняхъ; нижняя—кривая измѣненія теоретическихъ площадей водопроводныхъ галлерей при однообразномъ времени наполненія камеры всѣхъ шлюзовъ въ 460 сек.: построеніе этой кривой въ видѣ одной вѣтви представляется условнымъ, такъ какъ измѣненіе конструкціи верхней головы нарушаетъ единство основныхъ предположеній, измѣняя нѣсколько объемъ сливной призмы. Средняя вѣтвь, проведенная условно по двумъ точкамъ, имѣла цѣлью служить для подсчета количества работъ, зависящихъ отъ размѣра водопроводовъ въ шлюзахъ разныхъ паденій, встрѣчающихся въ проектѣ Камско-Иртышской системы.

Эти кривыя представляютъ значительный интересъ, такъ какъ, имѣя ихъ подъ рукою, можно въ весьма короткій срокъ составить безъ всякихъ подсчетовъ эскизъ шлюза для любой величины паденія, находящагося въ предѣлахъ запроектированныхъ шлюзовъ отъ 0,75 саж. до 4,30 саж., и нѣсколько выходя за эти предѣлы, допуская экстерполированіе полученныхъ результатовъ.

Глава VII.

Фундаменты шлюзовъ, расположенныхъ на землистыхъ грунтахъ.

Раньше уже указывалось, что проектированіе фундаментовъ тѣхъ шлюзовъ, гдѣ эта часть становится весьма отвѣтственной, т. е. на грунтахъ не столь основательныхъ, какъ скала, было выдѣлено въ особую часть проекта шлюзовъ.

Грунты были распредѣлены на двѣ основныя категоріи: плотные, не допускающіе забивки свай, и слабые. Въ первую категорію вошли плотные грунты, главнымъ образомъ, горныхъ участковъ Чусовой и Исети, а во вторую—песчано-илистые грунты Средней и Нижней Исети, промежуточными между ними явились песчано-глинистые грунты нижняго теченія Чусовой, плотные, но допускающіе забивку свай.

Отдѣльно разсматриваются фундаменты камерныхъ частей и головныхъ для случая, когда въ верхней головѣ нѣтъ стѣнки паденія, такъ какъ типъ стѣнки паденія на скалѣ уже описанъ въ главѣ VI, а на слабыхъ грунтахъ эта конструкція въ проектѣ Камско-Иртышскихъ шлюзовъ не встрѣчается.

1. Фундаменты подъ стѣны камеры на грунтахъ, не допускающихъ забивки свай.

На основаніи разсчетовъ стѣнъ камеры шлюзовъ составлена таблица и построена на прилагаемомъ чертежѣ (рис. 62) графическая зависимость между наибольшимъ давленіемъ на грунтъ и величиною паденія въ шлюзѣ. Въ виду значительныхъ напряженій

на грунтъ въ особенности для берегового типа стѣны, подъ стѣны надо проектировать бетонный фундаментъ, располагая его соотвѣтствующимъ образомъ.

Кривыя наибольшихъ давленій на грунтъ подъ стѣнками камеры шлюзовъ.

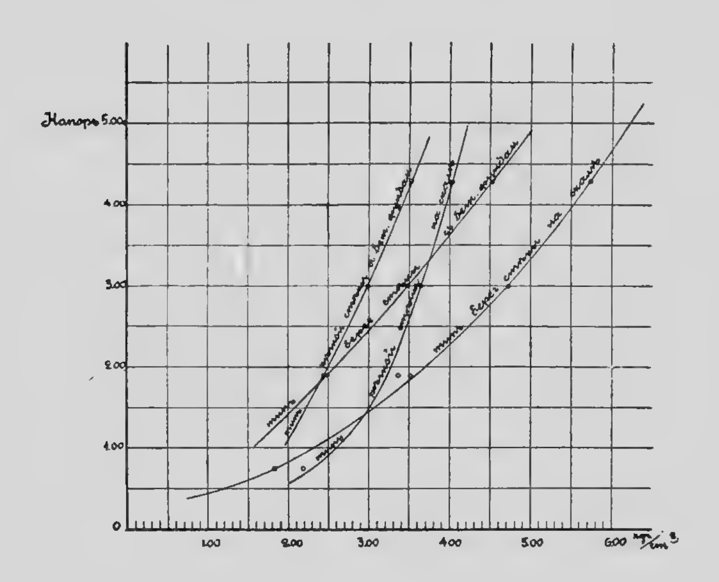


Таблица.

Напоръ въ саж.	Наибольшее давленіе въ кгр/см²					Примѣчаніе.
	Рѣчная стѣна		Береговая стѣна.		Шкафная стѣна	
	Основаніе на скалѣ.	Основаніе на земл. гр.	Основаніе на скалѣ	Основаніе на земл. гр.	Основаніе на скалѣ	
1	2	3	4	5	6	7
0.75	2.185	–	1.81	–	–	
1.90	3.355	2.452	3.515	2.49	3.313	
3.00	3.635	2.957	4.73	3.47	4.98	
4.30	4.03	3.515	5.74	4.52	5.475	

Рис. 62.

Здѣсь приводится разсчетъ фундамента только для типового шлюза съ паденіемъ въ 4,30 саж., такъ какъ для остальныхъ шлю-

зовъ этотъ разсчетъ произведенъ совершенно аналогично, а результаты этихъ разсчетовъ приведены въ графахъ 3 и 5 таблицы, помѣщенной на рис. 62.

Рѣчной типъ стѣны.

Бетонный фундаментъ выступаетъ въ сторону камеры на 0,25 саж. = 0,53 метр., въ сторону рѣки—на 0,50 саж. = = 1,07 метр. (черт. 27, рис. 63).

Величины, полученныя при разсчетѣ стѣнъ камеры въ ея основаніи даютъ возможность опредѣлить, необходимыя для вычисленія давленія на грунтъ.

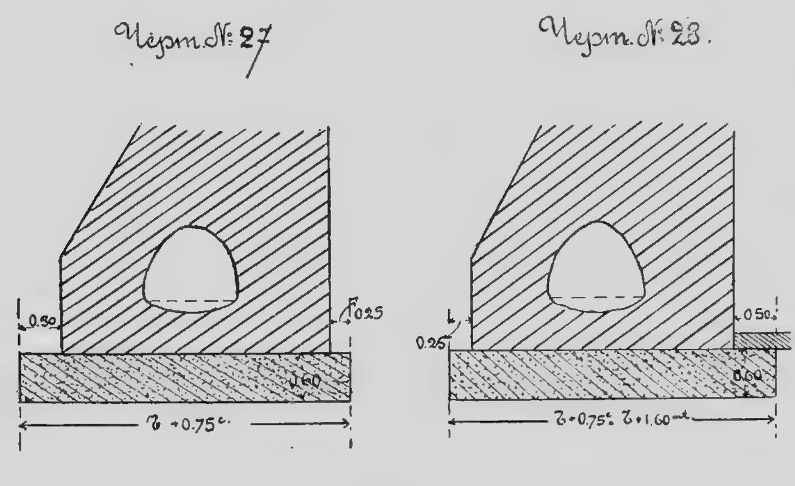


Рис. 63.

Опрокидывающій моментъ давленія воды со стороны камеры:

$$W = Q\left(\frac{H}{3} + 1,49 + 1,28\right) = 68900 \times 6,68 = 460000 \text{ клгр. мтр.}$$

Сопротивляющійся моментъ вѣса кладки, принимая вѣсъ 1 куб. метр. бетона 2.200 килогр.

$$W_0 = N \times 1,07 + \mathfrak{M}_0 + 11,73 \times 0,53 \times \left(b + 1,07 + \frac{0,53}{2}\right) \times 1000 + \\ + \frac{(b+1,60)^2}{2} \times 1,28 \times 2200 = 193000 + 904000 + 58000 = \\ = 1284500 \text{ клгр. мтр.}$$

Вертикальная сила:

$$V = N + 0{,}53 \times 11{,}73 \times 1000 + (b + 1{,}60) \times 1{,}28 \times 2200 =$$
$$= 180340 + 6220 + 27040 = 213600 \text{ клгр.}$$
$$\lambda = \frac{W_0 - W_1}{V} = \frac{1284500 - 460000}{213600} = 3{,}87 \text{ мтр.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ:

$$max\ p = \frac{213600}{9{,}6} + \frac{213600 \times 0{,}93 \times 6}{9{,}6} = 22230 + 12920 =$$
$$= 35150 \text{ клгр./мтр.}^2 \approx 3{,}5 \text{ клгр./см.}^2.$$

Береговой типъ стѣны.

Для обезпеченія безопаснаго давленія на землистый грунтъ въ основаніи стѣны устраивается подъ подошвой стѣны бетонный фундаментъ, толщиною 0,60 саж.=1,28 метр., выступающій за обрѣзъ подошвы стѣны на 0,25 саж. въ наружную сторону и на 0,50 саж. въ сторону камеры (см. черт. 28, рис. 63). Наибольшія сжимающія напряженія въ основаніи этого фундамента для различныхъ паденій опредѣляются нижеслѣдующимъ разсчетомъ.

Плечо сопротивляющагося момента M:

(См. разсчетъ береговой стѣны камеры гл. VI, стр. 116—117).

$$m = \frac{M_0}{N} = \frac{826856}{220856} = 3{,}75 \text{ метр.}$$

Сопротивляющійся моментъ для основанія бетонной подушки:

$$W_0 = N(m + 1{,}07) + 0{,}53 \times 14{,}07 \times \left(8 + 1{,}07 + \frac{0{,}53}{2}\right) \times 1600 +$$
$$+ 1{,}28 \times \frac{9{,}60^2}{2} \times 2200 = 1065000 + 111500 + 124500 =$$
$$= 1306000 \text{ клгр. метр.}$$

Вертикальная сила:

$$V = N + 0{,}53 \times 14{,}07 \times 1600 + 1{,}28 \times 9{,}60 \times 2200 = 220800 +$$
$$+ 11930 + 27070 = 259800 \text{ клгр.}$$

Боковое давленіе земли:

$$E = \frac{1}{2} \gamma H \ (H - 2\,h_1)\, tg^2 (45^0 - \varphi/_2) = \frac{1}{2} \times 1600 \times 15{,}35 \times$$
$$\times 15{,}85 \times 0{,}335 = 64800 \text{ клгр.}$$

$$e = \frac{H}{3} \times \frac{H + 3h_1}{H + 2h_1} = \frac{15,35}{3} - \frac{16,10}{15,85} = 5,20 \text{ мтр.}$$

$$W_1 = Ee = 64800 \times 5,20 = 337000 \text{ клгр. мтр.}$$

$$h = \frac{W_0 - W_1}{V} = \frac{1306000 - 337000}{259800} = 3,73 \text{ мтр.}$$

$$max\, p = \frac{V}{F} + \frac{V\left(\frac{b_0}{2} - \lambda\right)\frac{b_0}{2}}{J} = \frac{259800}{9,60} + \frac{259800 \times 1,07 \times 6}{9,60^2} = 27100 +$$

$$+ 18100 = 45200 \text{ клгр./мтр.}^2 = 4,52 \text{ клгр. см.}^2.$$

Наибольшія допускаемыя напряженія на грунтъ.

Какъ видно изъ прилагаемыхъ таблицы и графика (рис. 62), наибольшія возможныя напряженія въ основаніи стѣнъ камеры достигаютъ значительныхъ размѣровъ и для землистыхъ грунтовъ, для которыхъ приходится устраивать проектированный выше бетонный фундаментъ. Въ особенно невыгодныхъ условіяхъ работы оказывается стѣна берегового типа, т. е. съ засыпкою котлована или присыпкою бермы для шлюзовъ большихъ паденій. Въ шлюзахъ большого паденія за допускаемую величину давленія на грунтъ можно принять 3,00 клгр./см.^{2} *), имѣя въ виду тяжелые плотные землистые грунты Средней Чусовой и Верхней Исети, гдѣ располагаются шлюзы большихъ паденій до 3,30 саж. (по кривой рис. 62 напряженіе на грунтъ—3,1 клгр./см.^{2}). Обычно эти грунты слагаются изъ такъ называемаго рѣчника—крупной гальки съ глинистымъ пескомъ; встрѣчаются также: чистый галечникъ, плотная глина съ валунами и галькой; всѣ эти грунты подстилаются не на большой глубинѣ скалой и не допускаютъ забивки свай.

---

*) Профессоръ Бѣлелюбскій. (Строительная механика, отд. III, стр. 31) даетъ предѣлы безопаснаго давленія на грунтъ:

1. Рыхлый водянистый грунтъ, основаніе на сваяхъ съ бетонной головой толщиною не менѣе 60 см.—3 кгр./см.^{2}.
2. Песчано-глинистый (обыкновенный хорошій грунтъ)—2,3 клгр./см.^{2}.
3. Весьма плотный—4—5 клгр./см.^{2}.
4. Глина сухая, гравій съ пескомъ—2,5 клгр./см.^{2}.
5. Плотно слежавшійся крупнозернистый гравій 3,5 клгр./см.^{2}.
6. Очень твердый (скалистый)—7—12 клгр./см.^{2}.

Подобныя же нормы, даже нѣсколько болѣе высокія, приводятся въ изданіи Упр. Вн. Водн. Путей и Шос. Дор. „Матеріалы къ вопросу о расчетныхъ данныхъ для проектированія гидротехническихъ сооруженій“, составленномъ инж. п. с. Е. В. Близнякомъ и Б. Ю. Калиновичемъ.

Для шлюзовъ меньшихъ паденій, расположенныхъ на болѣе мягкихъ грунтахъ вплоть до песчано-илистыхъ, встрѣчающихся на Нижней Исети и Тоболѣ, проектируемый бетонный фундаментъ можетъ послужить ростверкомъ на сваяхъ, а на такое основаніе возможно допустить до 3,00 клгр./см.^{2}. Проектъ фундамента подобнаго типа служитъ ниже предметомъ особаго описанія.

2. Разсчетъ бетоннаго фундамента въ головныхъ частяхъ шлюзовъ на грунтахъ, не допускающихъ забивку свай.

Опредѣленіе усилій.

Въ шлюзахъ со стѣнкой паденія разсчету подлежитъ фундаментъ нижней головы, такъ какъ онъ является наиболѣе неравномѣрно нагруженнымъ высокими массивными упорными стѣнами. Верхняя голова находится въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ работы, и, кромѣ того, у нея вся стѣна паденія работаетъ, какъ фундаментъ. Имѣя въ виду значительную длину шлюза, а также огражденіе проектируемыхъ фундаментовъ брусчатыми шпунтовыми рядами*) въ достаточно водонепроницаемыхъ плотныхъ грунтахъ для мѣстъ, гдѣ проектированы шлюзы большихъ паденій, фундаментъ разсчитывается въ предположеніи отсутствія давленія воды снизу вверхъ подъ напоромъ изъ верхняго бьефа.

Главной причиной появленія продольныхъ трещинъ въ фундаментахъ является, какъ выяснено изъ наблюденій надъ существующими сооруженіями (см., напр., Акуловъ и Прокофьевъ — «Матеріалы для проектированія камерныхъ шлюзовъ»), осадка грунта подъ подошвами фундамента стѣнъ, благодаря чему сплошной фундаментъ начинаетъ работать, какъ балка, подпертая въ средней своей части и по концамъ загруженная вѣсомъ стѣнъ шлюза. Точное опредѣленіе изгибающаго момента невозможно, благодаря неопредѣленности закона распредѣленія реакціи грунта подъ фундаментомъ, но можно считать съ нѣкоторымъ приближеніемъ, что на слабыхъ грунтахъ

---

*) Въ мѣстахъ, гдѣ забивка деревянныхъ шпунтовъ оказалась бы совершенно невозможной, проектируется забить желѣзобетонный или металлическій шпунтъ.

при жесткомъ фундаментѣ, не поддающемся изгибу, реакція грунта будетъ распредѣлена болѣе или менѣе равномѣрно подъ всей подошвой фундамента, тогда какъ при грунтахъ, хорошо сопротивляющихся давленію, интенсивность реакціи подъ стѣнами будетъ значительно больше, чѣмъ по оси шлюза. Законъ распредѣленія давленія на грунтъ въ послѣднемъ случаѣ по поперечному профилю шлюза будетъ выражаться (черт. 29, рис. 64) нѣкоторой кривой AB близкой по формѣ (для половины сѣченія) къ трапеціи $ECKK'$. Крайнее положеніе линіи $CK - C'K'$, когда давленіе на грунтъ по оси шлюза равно нулю.

Изгибающіе фундаментъ моменты для осевого сѣченія $\alpha\beta$ необходимо опредѣлить для этихъ двухъ крайнихъ предположеній, а именно:

Предполагая, что 1) реакція распредѣлена подъ фундаментомъ равномѣрно, и 2) законъ распредѣленія реакціи выражается треугольникомъ $EC'K'$ (черт. 29) *).

Если вѣсъ кладки стѣны выше уровня пола шкафной части — G_1, разстояніе отъ центра тяжести до передней грани λ, вѣсъ флютбета G_2, моменты вращенія въ сторону противъ хода часовъ — положительны, а по ходу — отрицательны, то изгибающіе моменты относительно центра тяжести сѣченія $\alpha\beta$ (черт. 30, рис. 64):

1) отъ вѣса кладки, принимая, что реакція распредѣлена равномѣрно по основанію:

$$M_1' = G_1\ (l + \lambda) + G_2 \left(\frac{l+b}{2}\right) - (G_1 + G_2) \times \left(\frac{l+b}{2}\right) =$$
$$= G_1 \left[\frac{l}{2} - \left(\frac{b}{2} - \lambda\right)\right].$$

---

*) При разсмотрѣніи проекта въ Техническомъ Бюро была отмѣчена ошибка въ разсчетѣ, заключающаяся въ предположеніи, что отъ вѣса самаго фундамента и отъ вѣса воды, наполняющей камеру, возможна реакція, распредѣляющаяся по треугольнику. Это замѣчаніе справедливо, такъ какъ реакція отъ равномѣрно распредѣленной нагрузки не можетъ распредѣлиться по треугольнику, а будетъ также равномѣрно распредѣленной. Поэтому, въ приведенномъ ниже типовомъ разсчетѣ фундамента принято во вниманіе указанное замѣчаніе и сдѣланы соотвѣтствующія измѣненія по сравненію съ разсчетомъ, приведеннымъ въ проектѣ.

и, принимая законъ распредѣленія реакціи по треугольнику:

$$M_2' = G_1\ (l+\lambda) + G_2 \frac{l+b}{2} - G_2 \frac{l+b}{2} - G_1 \frac{2\ (l+b)}{3} =$$

$$= G_1 \left[l + \lambda - \frac{2\ (l+b)}{3} \right] = G_1 \left(\frac{l-2b}{3} + \lambda \right).$$

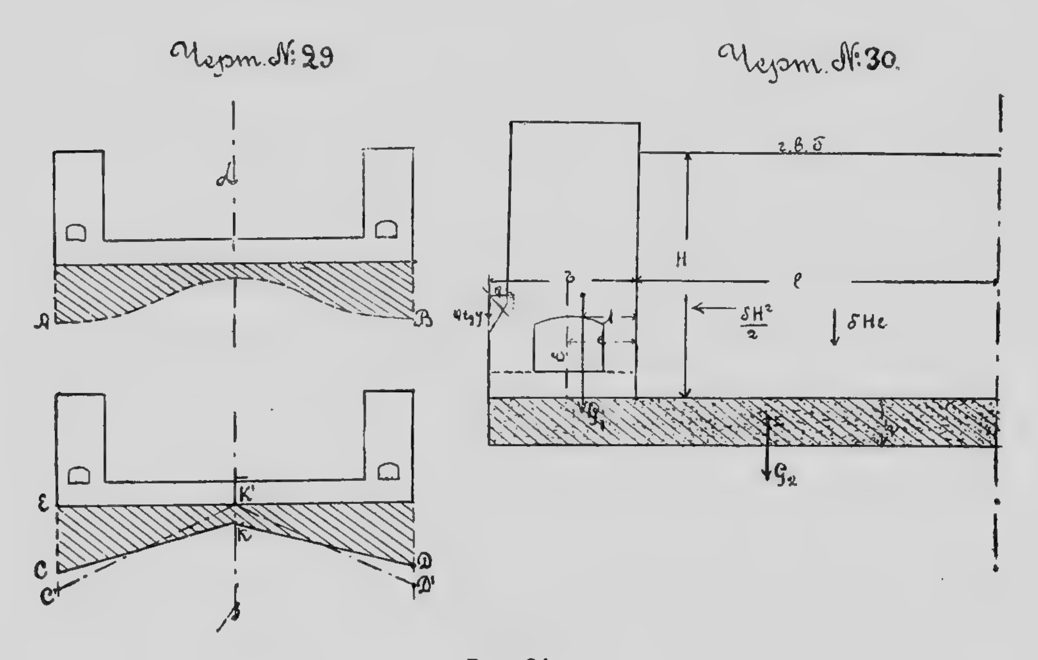


Рис. 64.

2) отъ бокового давленія земли на заднюю грань стѣны:

$$M_1'' = - Qh_1 + Q\ \left(\frac{l+b}{2}\right)\ tg\ \varphi.$$

$$M_2'' = - Qh_1 + Q\ \left(\frac{l+b}{3}\right)\ tg\ \varphi.$$

гдѣ: Q—горизонтальный распоръ засыпки,

φ—уголъ тренія грунта по стѣнѣ,

h_1—плечо силы Q.

Эти моменты, въ виду приблизительности разсчета, можно принять равными нулю.

3) Отъ вѣса воды, наполняющей камеру для обоихъ предположеній о распредѣленіи реакціи одинаково:

$$M_1''' = M_2''' = \delta Hl \frac{l}{2} + \frac{\delta H^2}{2}\left(\frac{H}{3} + \frac{h}{2}\right) - \delta Hl \frac{l}{2} +$$

$$+ \omega\delta (l + c) - \omega\delta \frac{2(l+b)}{3} = \frac{\delta H^2}{2}\left(\frac{H}{3} + \frac{h}{2}\right) + \omega\delta \left(\frac{l-2b}{2} + c\right).$$

Послѣдній членъ въ этой формулѣ выражаетъ моментъ вокругъ средняго сѣченія $\alpha\beta$ вѣса воды, находящейся въ галлереѣ.

Кромѣ того, на осевое сѣченіе $\alpha\beta$ дѣйствуютъ: 1) сжимающее усиліе отъ горизонтальной составляющей давленія земли; 2) растягивающее усиліе отъ давленія воды на переднюю грань стѣны камеры. Въ суммѣ эти усилія дадутъ незначительное сжатіе или растяженіе осевого сѣченія, которымъ возможно пренебречь вслѣдствіе приближенности разсчета.

Также не принимается во вниманіе возможность появленія въ иныхъ случаяхъ силы тренія по подошвѣ фундамента:

Окончательныя формулы моментовъ:

$$M_1 = M_1' + M_1''' = G_1 \left[\frac{l}{2} - \left(\frac{b}{2} - \lambda\right)\right] + \frac{\delta H}{2}\left[H\left(\frac{H}{3} + \frac{h}{2}\right) - \right.$$

$$\left. - lb\right] + \omega\delta\left(\frac{l-b}{2} + c\right),$$

$$M_2 = M_2' + M_2''' = G_1\left(\frac{l-2b}{3} + \lambda\right) + \frac{\delta H^2}{2}\left[\frac{H}{3} + \frac{h}{2}\right) +$$

$$+ \omega\delta\left(\frac{l-2b}{3} + c\right),$$

причемъ, для разсчета размѣровъ фундамента необходимо остановиться на наибольшихъ значеніяхъ моментовъ, имѣющихъ разные знаки.

Наиболѣе вѣроятнымъ представляется выгибъ фундамента шлюза вверхъ (для принятаго обозначенія—при положительномъ моментѣ) вслѣдствіе большой осадки грунта подъ тяжелыми упорными стѣнами, но возможна деформація противоположнаго вида, въ случаѣ образованія пустоты въ грунтѣ подъ серединою фундамента.

Съ другой стороны распредѣленіе реакціи для плотныхъ землистыхъ грунтовъ равномѣрно по подошвѣ представляется мало вѣроятнымъ: равномѣрное распредѣленіе реакціи, характерное для жидкости, можетъ осуществиться лишь для чрезвычайно пластичныхъ грунтовъ. Распредѣленіе реакціи по треугольнику, съ наибольшимъ значеніемъ ея у края стѣны, представляетъ другой крайній случай. Вполнѣ же вѣроятнымъ представляется нѣкоторое среднее распредѣленіе реакціи—по трапеціи, могущее дать моменты, изгибающіе фундаментъ въ обѣ стороны.

Разсчетъ фундамента шлюза паденіемъ 4,30. с.

Перерѣзывающая сила достигнетъ своего наибольшаго значенія въ предположеніи равномѣрнаго распредѣленія реакціи по подошвѣ фундамента и для сѣченія его у внутренней грани стѣны выразится формулой:

$$max\ G = \frac{G_1}{l+b} \times l.$$

$$G_1 = 221{,}5 - 10{,}18 = 211{,}32 \text{ тонны.}$$

$$\lambda = 8{,}00 - \frac{992{,}4 - 49{,}00}{211{,}32} = 8{,}00 - \frac{943{,}9}{211{,}3} = 8{,}00 - 4{,}46 = 3{,}54 \text{ метр.}$$

Величины G_1 и λ опредѣляются на основаніи данныхъ, полученныхъ при разсчетѣ шкафной стѣны:

Для даннаго случая величины, обозначенныя на черт. № 30, рис. 64, буквами, имѣютъ слѣдующее численное значеніе:

$$l = 10 \text{ метр.}$$

$$H = 12{,}27 \text{ метр.}$$

$$\omega = 8{,}29 \text{ метр.}^2$$

$$b = 8 \text{ метр.}$$

$$c = 3{,}73 \text{ метр.}$$

Подстановкою этихъ величинъ въ вышеприведенныя формулы, опредѣлены величины изгибающихъ моментовъ:

$$M_1' = G_1\left[\frac{l}{2}-\left(\frac{b}{2}-\lambda\right)\right] = 211,32\times(5-4+3,54) =$$
$$= 959 \text{ тоннометровъ.}$$

Толщина бетоннаго флютбета въ первомъ приближенiи опредѣлена по формулѣ для желѣзобетонныхъ плитъ:

$$M = \frac{b\,h^2}{6}\times 350.$$

(Кривошеинъ. Разсчетъ желѣзобетонныхъ сооруженiй).

$$\text{Для } M = M_1' = 959 \text{ тонномтр.}$$
$$h = \sqrt{\frac{959\times6}{350}} = \sqrt{16,45} = 4,06 \text{ метр.} = \backsim 4,10 \text{ мтр.}$$

Вводя это значенiе для h въ формулу, опредѣляющую величину изгибающаго момента отъ вѣса воды, наполняющей камеру и водопроводную галлерею, при томъ же предположенiи о распредѣленiи реакцiи:

$$M_1''' = \frac{\delta H}{2}\left[H\left(\frac{H}{3}+\frac{h}{2}\right)-lb\right] + \omega\delta\ \left(\frac{l-b}{2}+c\right) = \frac{12,27}{2}\times$$
$$\times\left[12,27\times(4,09+2,05)-10\times8)\right] + 4,73\times8,29 =$$
$$\overline{\overline{\backsim}}\, 11 \text{ тонномтр.}$$

Окончательно:

$$max\ M_1 = 959 + 11 = 970 \text{ тонномтр.}$$
$$h = \frac{\sqrt{970\times6}}{350} = \sqrt{16,62} = 4,08 = \backsim 4,10 \text{ мтр.}$$

Для полученной величины толщины фундамента—его вѣсъ:

$$G_2 = h\ (l+b)\times2,2 = 4,1\times18\times2,2 = 162,4 \text{ тонны.}$$

Опредѣляя моментъ въ предположеніи, что реакція распредѣляется по треугольнику:

$$M_2 = G_1\left(\frac{l-2b}{3}+\lambda\right)+\frac{\delta H^2}{2}\left(\frac{H}{3}+\frac{h}{2}\right)+\omega\delta\left(\frac{l-2b}{3}+c\right)=$$

$$=211{,}32\left(\frac{10-2\times 8}{3}+3{,}54\right)-\frac{12{,}27^2}{2}\times\left(\frac{12.27}{3}+\frac{4{,}1}{2}\right)+8{,}29\times$$

$$\left(\frac{10-2\times 8}{3}+3{,}37\right)=325{,}43+462{,}16+11{,}36=799 \text{ тон. мтр.}$$

Разсчеты показали, что въ обоихъ предположеніяхъ распредѣленія реакціи моменты получаются положительными, слѣдовательно бетонный фундаментъ нуждается въ усиленіи арматурой въ верхней его части, подвергающейся растяженію.

Какъ указывалось выше, по проекту предположена возможность появленія и отрицательнаго изгибающаго момента, который былъ подсчитанъ въ предположеніи распредѣленія реакціи отъ полной нагрузки по треугольнику по слѣдующей формулѣ:

$$M_2 = G_1\left(\frac{l+2b}{3}+\lambda\right)-G_2\frac{l+b}{6}+\frac{\delta H^2}{2}\left[H\left(\frac{H}{3}+\frac{h}{2}\right)-\frac{l^2+4lb}{3}\right]+$$

$$+\omega\delta\left(\frac{l-2b}{3}+c\right)=211{,}32\times\left(\frac{10-16}{2}+3{,}54\right)-162{,}4\times\frac{18}{6}+$$

$$+\frac{12{,}27}{2}\times\left[12{,}27\times\left(\frac{12{,}27}{3}+2{,}05\right)-\frac{10^2+4\times 10\times 8}{3}\right]+8{,}29\times$$

$$\left(\frac{10-16}{3}+3{,}37\right)=(325{,}5+14{,}5)-(487+397)=-544 \text{ тон. мтр.*)}$$

*) Техническое Совѣщаніе по разсмотрѣнію проекта, отмѣтивъ ошибочность подобнаго разсчета и возможность сокращенія количества желѣза, закладываемаго въ фундаментныя плиты въ головахъ шлюзовъ, постановило не подвергать смѣты предварительнаго проекта сокращеніямъ; а поэтому въ дальнѣйшемъ описаніи исправленій въ проектные разсчеты не введено. Относительно разсчета Совѣщаніе еще указало на желательность принятія во вниманіе фильтраціоннаго давленія воды на фундаментъ снизу.

Максимальная величина перерѣзывающей силы:

$$max\ S = \frac{G_1}{l+b} \times l = \frac{211,32}{18} \times 10 = 117,3 \text{ тонны.}$$

Расчитывая подобнымъ же образомъ фундаменты для шлюзовъ меньшихъ паденій, въ проектѣ получены слѣдующія значенія моментовъ толщины фундаментовъ и вертикальной силы:

Результаты разсчетовъ фундаментовъ шлюзовъ паденіемъ 3,00; 1,90 и 0,75 саж.

Шлюзъ съ паденіемъ 3,00 сажени.

$$M_1 = 611 \text{ тоннометр.}$$
$$h = 3,30 \text{ метр.}$$
$$M_2 = -336,3 \text{ тонпометр}$$
$$max\ S = 78,3 \text{ тонны.}$$

Шлюзъ съ паденіемъ 1,90 сажени.

$$M_1 = 388 \text{ тоннометр.}$$
$$h = 2,58 \text{ метр.}$$
$$M_2 = -261,3 \text{ тоннометр.}$$
$$max\ S = 54,5 \text{ тонны.}$$

Шлюзъ съ паденіемъ 0,75 сажени.

Толщина фундамента задана изъ соображеній о достаточной глубинѣ его заложенія для уменьшенія опасности отъ фильтраціи; проф. Зброжекъ указываетъ на величину въ 1 саж., соотвѣтственно этому указанію принято:

$$h = 1,00 \text{ саж.} = 2,13 \text{ метр.}$$

Исходя изъ этой величины, опредѣлены:

$$M_1 = 246 \text{ тонно метр.}$$
$$M_2 = -199,4 \text{ тоннометр.}$$
$$max\ S = 34,8 \text{ тонны.}$$

3. Проектъ желѣзобетонныхъ плитъ для фундаментовъ.

На фундаментъ въ головныхъ частяхъ шлюза дѣйствуетъ въ одномъ направленіи изгибающій моментъ—M_1, въ другомъ — (и не одновременно) M_2. Для того, чтобы фундаментъ сопротивлялся изгибу обоими этими моментами, необходима двойная арматура—вверху и внизу желѣзобетонной плиты, образующей фундаментъ.

Площадь сѣченія—въ квадратныхъ сантиметрахъ на погонный метръ плиты.

f_{eu} — сѣченіе верхней арматуры, растянутой при изгибѣ моментомъ M_1;

f_{eo} — сѣченіе нижней арматуры, сжатой при изгибѣ моментомъ M_1;

Допускаемыя напряженія приняты:

на сжатіе бетона . . . $\sigma_e =$ 40 клгр./смт.².

на растяженіе желѣза . $\sigma_e =$ 1.000 » »

(см. цирк. Г. Министра Путей Сообщенія, за № 51 отъ 2 марта 1911 года).

Такъ какъ арматуру придется употреблять большого сѣченія, а именно круглое желѣзо діаметромъ 2″ = 50 мм., то разстояніе отъ центра тяжести арматуры до ближайшей грани плиты a—принято 13—15 см. Сѣченіе одного стержня d=2″ равно 20,27 см.².

При томъ количествѣ арматуры, какое нужно въ данномъ случаѣ, ни рельсы, ни двутавровыя балочки не умѣстятся въ одинъ рядъ, расположеніе же ихъ въ два ряда неудобно, почему и слѣдуетъ предпочесть круглое желѣзо (см. рис. 65) *).

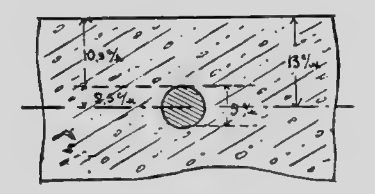
Въ дальнѣйшемъ, помощью графическихъ таблицъ Iohrens'а (Hilfsmitell für Eisenbetonberechnungen, Wissbaden, 1908) опредѣлены высота **) и арматура плиты такимъ образомъ, чтобы при

*) Употребленіе круглаго желѣза для армированія фундаментовъ шлюзныхъ головъ было одобрено Совѣщаніемъ и рельсы, примѣненные въ качествѣ нижней арматуры въ шлюзахъ, проектированныхъ для нижняго теченія р. Чусовой, было предложено замѣнить круглымъ желѣзомъ.

**) При этомъ опредѣленіи, толщины фундамента получились для шлюзовъ съ паденіями въ 4,30; 3,00 и 1,90 сажени нѣсколько меньше опредѣленныхъ выше по первому приближенію при вычисленіи изгибающихъ моментовъ.

изгибѣ *max M* были почти полностью использованы допускаемыя напряженія $\sigma_b = 40$ клгр./см². и $\sigma_e = 1.000$ клгр./см². (за исклю-

Черт. № 33.



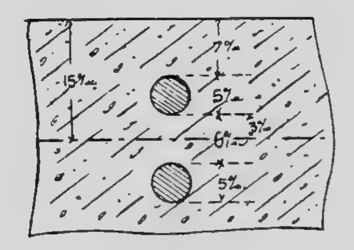


Рис. 65.

ченіемъ шлюза паденіемъ въ 0,75 с., гдѣ высота $h = 213$ см. = = 1 саж. задана изъ другихъ соображеній).

Въ таблицѣ на стр. 158 и 159 приведены данныя, полученныя разсчетомъ.

Для того, чтобы фундаментъ былъ почти одинаково проченъ при изгибѣ въ обоихъ направленіяхъ, взято

$$\frac{f_{eu}}{f_{eo}} = \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}}.$$

Т А Б

Типъ шлюза.	Паденіе саж.	M_1 тн. метр.	M_2 тн. метр.	$\frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{\text{клгр. мтр.}}}$	$\frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{\text{клгр. мтр.}}}$	$\frac{f_{eo}}{f_{eu}} = \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}}$
I	0,75	246	199,4	496	447	0,90
II	1,90	388	261,1	623	511	0,82
III	3,00	611	336,3	782	580	0,74
IV	4,30	970	544	985	738	0,75

Этотъ разсчетъ представляетъ повѣрку размѣровъ по M_2 и, такъ какъ полученныя этимъ разсчетомъ сѣченія желѣза меньше полученныхъ по разсчету на M_1 то, слѣдовательно, фундаментъ прочно сопротивляется моменту M_2.

Такъ какъ полученныя съ помощью таблицъ данныя соотвѣтствуютъ $\frac{a}{h-a} = \frac{1}{8}$, въ дѣйствительности же взято въ I типѣ $a = 13$ см. и во всѣхъ остальныхъ $a = 15$ см., то необходимо провѣрить, насколько отзовется эта неточность на дѣйствительныхъ напряженіяхъ. Какъ и слѣдовало ожидать (см. Iöhrens), вліяніе это незначительно:

Типъ № IV.

$$h = 335 \text{ см.}$$
$$h - a = 335 - 15 = 320 \text{ см.}$$
$$h - 2a = 335 - 30 = 305 \text{ см.}$$

Л И Ц А.

При разсчетѣ по M_1.											
f_{ed}/f_{ez}	$\mu = \frac{(h-a)^1}{\sqrt{m}}$ при $\sigma_b=40$, $\sigma_b=1000$ клгр. мтр.	необход. $(h-a)^1$ см.	необход. h' см.	взято h см.	взято $h-a$ см.	$\mu = \frac{h-a}{\sqrt{m}}$	σ_b клг./см.²	ρ	необход. f_{eu} см.²	необход. f_{eo} см.²	Итого количеств. жел. на пог. мтр. см.²
0,90	0,31	154	170	213	200	0,404	31,5	0,277	137	123	260
0,82	0,32	200	215	215	200	0,321	39,6	0,35	218	179	397
0,74	0,325	254	269	270	255	0,326	40	0,35	274	203	477
0,75	0,325	320	335	335	320	0,325	40	0,35	344	254	598
При разсчетѣ по M_2.											
									f_{eo}	f_{eu}	
1,11	—	—	—	—	200	0,45	27,5	0,247	111	123	—
1,22	—	—	—	—	200	0,392	31	0,285	145	177	—
1,35	—	—	—	—	255	0,440	27	0,25	145	196	—
1,33	—	—	—	—	320	0,434	27,5	0,255	148	250	—

При изгибѣ моментомъ M_1.

$$f_{ez} = 344 \text{ см.}^2$$
$$f_{ed} = 254 \text{ см.}^2$$
$$f_{ez} + f_{ed} = 598 \text{ см.}^2$$

$$\frac{n(f_{ez}+f_{ed})}{b} = \frac{15 \times 598}{100} = 89{,}7$$

$$x = -n \times \frac{f_{ez}+f_{ed}}{b} + \sqrt{n^2 \times \left(\frac{f_{ez}+f_{ed}}{b}\right)^2 + \frac{2n}{b}\left[(h-a)f_{ez} + a f_{ed}\right]} =$$
$$= -89{,}7 + \sqrt{8046 + 34167} = -89{,}7 + 205{,}5 = 112{,}8 \text{ см.}$$

$$\sigma_b = \frac{6Mx}{bx^2[3(h-a)-x]+6f_{ed}\,n\,(x-a)(h-2a)} =$$

$$= \frac{6 \times 97000000 \times 112{,}8}{100 \times 112{,}8^2 \times (3 \times 320 - 112{,}8) + 6 \times 254 \times 15 \times 97{,}8 \times 305} =$$

$$= 37{,}3 \text{ клг./см.}^2 < 40 \text{ клг./см.}^2$$

$$\sigma_e = \sigma_b\; n\; \frac{h-a-x}{x} = 37{,}3 \times 15 \times \frac{320-112{,}8}{112{,}8} =$$

$$= 1028 \text{ клг./см.}^2 \cong 1000 \text{ клг./см.}^2$$

Повѣрка напряженія при изгибѣ моментомъ $M_2 = 544$ тн. мтр.

$$x = -89{,}7 + \sqrt{8046 + \frac{2 \times 15}{110} \times (320 \times 254 + 15 \times 344)} =$$

$$= -89{,}7 + 184{,}3 = 94{,}6 \text{ см.}$$

$$\sigma_b = \frac{6 \times 54.400.000 \times 94{,}6}{100 \times 94{,}6^2 \times (3 \times 320 - 94{,}6) + 6 \times 344 \times 15 \times 79{,}6 \times 305} =$$

$$= 20{,}2 \text{ клг./см.}^2$$

$$\sigma_e = 20{,}2 \times 15 \times \frac{320 - 94{,}6}{94{,}6} = 720 \text{ клг./см.}^2$$

Подобные же результаты даетъ повѣрка и для остальныхъ шлюзовъ.

Въ приведенномъ разсчетѣ были взяты напряженія предѣльныя:

$$\sigma_b = 40 \text{ клгр./см.}^2 \text{ и } \sigma_e = 1000 \text{ клгр./см.}^2$$

при этомъ при данныхъ моментахъ высота фундамента получается наименьшая возможная. Задавшись большей высотой плиты получилось бы меньшее количество необходимаго желѣза.

Въ проектѣ былъ произведенъ разсчетъ при принятой величинѣ $h - a = 0{,}49\sqrt{max\ M}$, что соотвѣтствуетъ напряженіямъ:

$$\sigma_b = 30 \text{ клгр./см.}^2 \text{ и } \sigma_e = 1000 \text{ клгр./см.}^2$$

Этотъ разсчетъ показалъ, что оказывается неэкономичнымъ увеличивать высоту фундамента за счетъ уменьшенія количества желѣза, въ особенности имѣя въ виду неудобства кладки бетона на большую глубину и увеличеніе расходовъ по устройству котлована и огражденію его шпунтовой стѣнкой.

Напряженіе сдвига въ желѣзобетонныхъ плитахъ фундамента при принятыхъ размѣрахъ плиты и ея арматуры опредѣляется нижеслѣдующимъ разсчетомъ.

Типъ IV, какъ выше найдено:

$$f_{ed} = 254 \text{ см.}^2$$
$$h = 335 \text{ см.}, h - a = 320 \text{ см.}$$
$$x = 112{,}8 \text{ см.}$$
$$max\ S = 117300 \text{ клгр.}$$

$$y_1 = \frac{\frac{bx^3}{3} + nf_{ed}(x-a)^2}{\frac{bx^2}{2} + nf_{ed}(x-a)} = \frac{\frac{100 \times 112{,}8^3}{3} + 15 \times 254 \times (112{,}8 - 15)^2}{\frac{100 \times 112{,}8^2}{2} + 15 \times 254 \times (112{,}8 - 15)} =$$
$$= \frac{84.283.678}{1.008.810} = 83{,}5 \text{ см. *)}$$

$$\xi = h - a - x + y_1 = 320 - 112{,}8 + 83{,}5 = 290{,}7 \text{ см.}$$

$$\tau_0 = \frac{S}{b\xi} = \frac{117.300}{100 \times 290{,}7} = 4{,}04 \text{ клгр./см.}^2 < 4{,}5 \text{ клгр./см.}^2$$

Такой же результатъ даетъ подобная повѣрка и для другихъ шлюзовъ.

По § 6 «Нормъ для разсчета прочности желѣзобетонныхъ сооруженій» въ данномъ случаѣ не требуется ни отогнутыхъ у опоръ стержней, ни укрѣпленія хомутами, но, въ виду наличія двойной арматуры, необходимо сжатые стержни арматуры предохранить отъ продольнаго изгиба. Съ этою цѣлью слѣдуетъ помѣстить хомуты изъ круглаго желѣза $d = {}^1/_4{}''$, связывающіе между собой нижнюю и верхнюю арматуры (см. черт. 34, рис. 66).

Разстояніе, на которомъ должны быть разставлены хомуты по длинѣ плиты для того, чтобы не было продольнаго изгиба стержней сжатой арматуры, при коэффиціентѣ безопасности отъ продольнаго изгиба, большемъ $m = 5$, можетъ быть опредѣлено по формулѣ (см. Kersten. Der Eisenbetonbau. 8 изданіе, т. I, стр. 299):

$$l' = 132{,}3 \times \frac{d}{\sqrt{\sigma_b}} = 132{,}3 \times \frac{5{,}08}{\sqrt{40}} = 132{,}3 \times \frac{5{,}08}{6{,}32} = 106 \text{ см.}$$

---

*) См. „Прусскія нормы для разсчета жел.-бет. сооруженій", а также Kersten. Der Eisenbetonbau 8 изд., ч. I, Берлинъ 1911 г. стр. 260.

Въ отдѣльныхъ случаяхъ расположеніе хомутовъ можетъ быть сдѣлано по предлагаемымъ эскизамъ: для шлюзовъ съ паденіями 0,75 саж., 1,90 саж. и 3,0 саж., соотвѣтственно чертежамъ 35, 36 и 37, рис. 66.

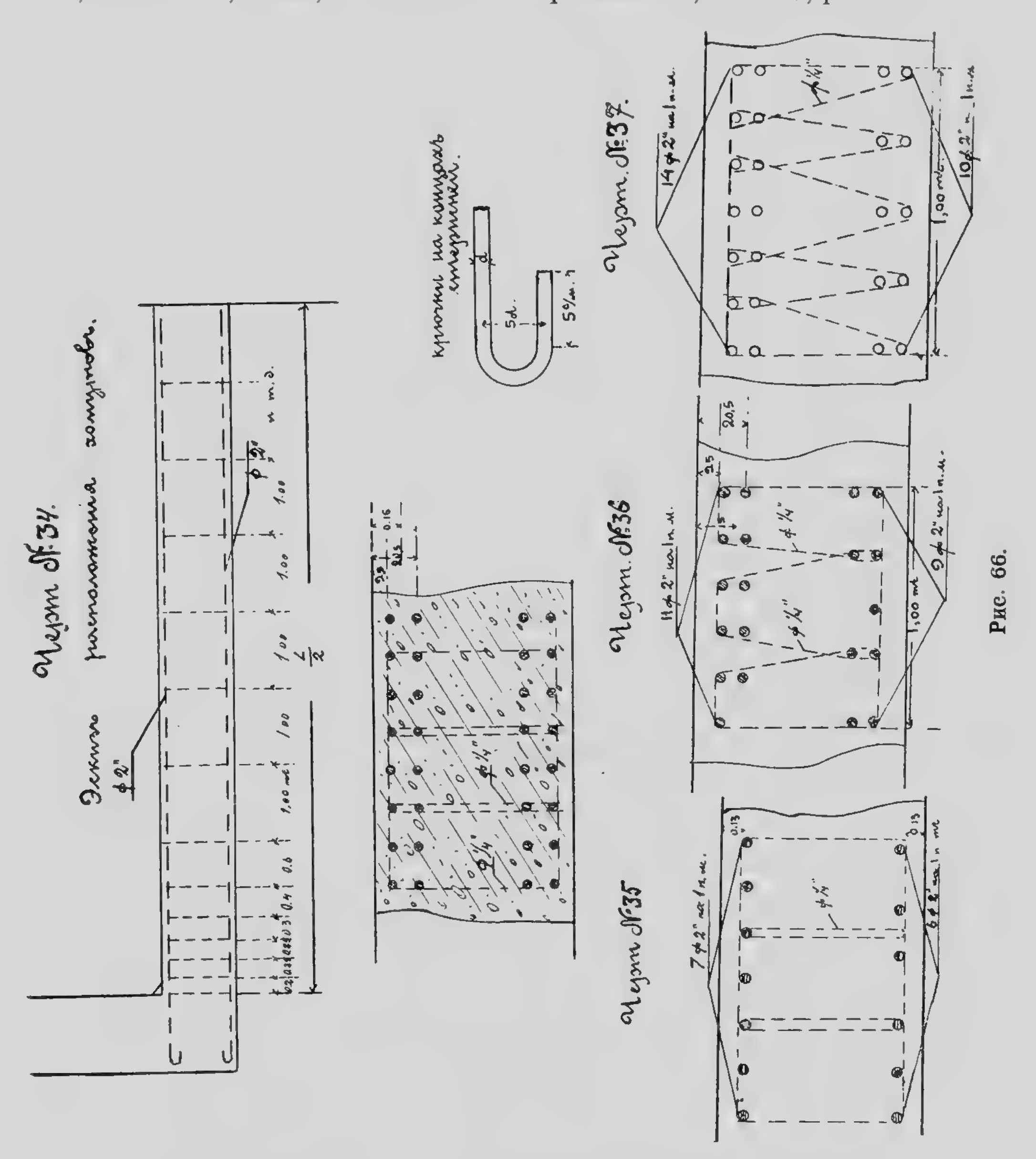


Рис. 66.

Въ виду отсутствія на проектируемой системѣ шлюза съ паденіемъ въ 4,30 саж. на землистомъ грунтѣ, эскиза расположенія арматуры для этого типа шлюза не приводится.

4. Свайное основаніе подъ фундаменты шлюзовъ *).

Необходимость запроектировать основаніе для шлюзовъ на слабыхъ грунтахъ возникла лишь для шлюзовъ малыхъ паденій (для средняго и нижняго теченія Исети), поэтому было разсмотрѣно устройство свайнаго основанія подъ камерныя стѣны и подъ головныя части шлюзовъ, имѣющихъ паденіе 1,90 саж. и 0,75 саж.

Общій типъ для фундамента шлюзовъ на слабыхъ грунтахъ заключается въ устройствѣ подъ бетонный фундаментъ, описанный уже выше, свайнаго основанія, при чемъ бетонный фундаментъ служитъ ростверкомъ для свай.

Распредѣленіе свай подъ стѣны камеры.

Давленія на грунтъ подъ стѣнами камеры шлюза въ клгр./см.², полученныя при вышеописанныхъ разсчетахъ этихъ стѣнъ, сводятся въ слѣдующую табличку.

Паденіе.	Рѣчная стѣна.		Береговая стѣна.	
	p_{max}	p_{min}	p_{max}	p_{min}
1,90	2,452	0,64	2,49	0,80
0,75	2,185	0,475	1,81	0,368

Шлюзъ съ паденіемъ 1,90 саж.

Вертикальное давленіе на 1 пог. метръ стѣны при ширинѣ ея основанія въ 6,4 метр.:

$$P = \frac{8{,}0 + 24{,}90}{2} \times 6{,}4 = 105{,}28 \text{ тоннъ.}$$

Допуская давленіе на 1 сваю 1.200 пуд. = 20 тоннъ, необходимое число свай на 1 пог. метръ стѣны камеры:

$$\frac{105{,}28}{20} = 5{,}26 \text{ свай; принято 6 свай.}$$

*) Эта часть проекта фундаментовъ шлюзовъ составлена инженеромъ п. с. А. А. Вельнеромъ.

Сваи располагаются такъ, чтобы вертикальное давленіе между ними распредѣлилось бы поровну: для этого необходимо разбить трапецію давленія на 6 равныхъ частей и помѣстить сваи въ центры тяжести этихъ частей (см. черт. 39, рис. 67).

$$S_1 = \frac{a + a + \frac{(b-a)}{h} x_1}{2} x_1 = {}^1/_6 \, \frac{a+b}{2} h$$

$$2ax_1 + \frac{(b-a)}{h} x_1^2 = {}^1/_6 \, (a+b) h$$

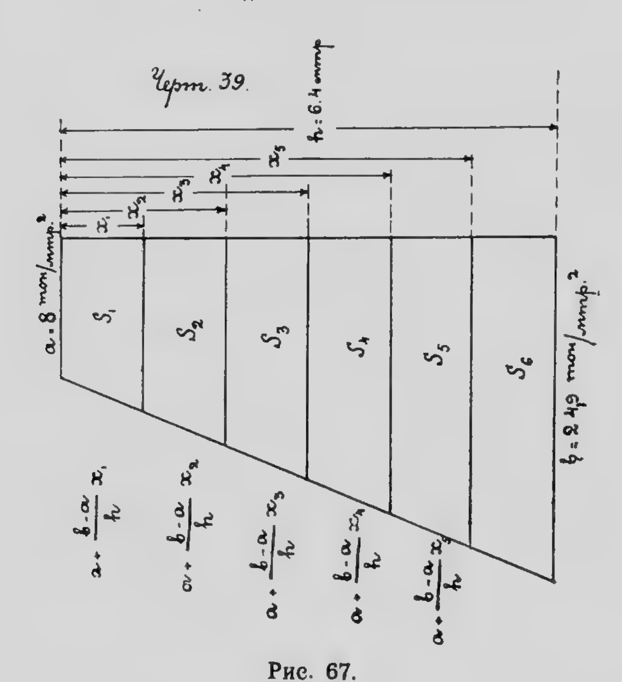


Рис. 67.

$$16x_1 + 2{,}64 \; x_1^2 = 35{,}09$$

$$x_1 = -3 + 4{,}72 = 1{,}72 \text{ мтр.}$$

$$S_1 + S_2 = \frac{a + a + \frac{(b-a)}{h} x_2}{2} x_2 = {}^2/_6 \, \frac{a+b}{2} h$$

$$2ax_2 + \frac{b-a}{h} x_2^2 = {}^2/_6 \, (a+b) h$$

$$x_2^2 + 6x_2 - 26{,}60 = 0$$

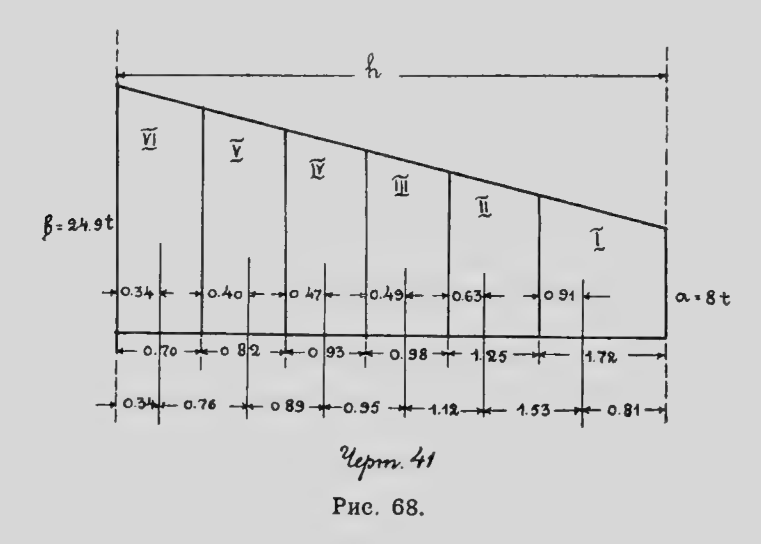
$$x_2 = -3 \pm \sqrt{9 + 26{,}6} = -3 + 5{,}97 = 2{,}97 \text{ мтр.}$$

Аналогично получены слѣдующія значенія:

$$x_3 = 3,95 \text{ мтр.}, \quad x_4 = 4,88 \text{ мтр.}, \quad x_5 = 5,70 \text{ мтр.}$$

Разстоянія между центрами тяжести отдѣльныхъ частей (черт. 41, рис. 68):

$$x_2 - x_1 = 2,97 - 1,72 = 1,25$$
$$x_3 - x_2 = 3,95 - 2,97 = 0,98$$
$$x_4 - x_3 = 4,88 - 3,95 = 0,93$$
$$x_5 - x_4 = 5,70 - 4,88 = 0,82$$
$$h - x_5 = 6,40 - 5,70 = 0,70$$



Черт. 41

Рис. 68.

Ординаты отдѣльныхъ частей трапеціи давленія опредѣлятся по тому же чертежу:

$$c = a + \frac{(b-a)}{h} x_1 = 8,0 + 2,64 \times 1,72 = 12,54 \text{ тоннъ/метр.}^2,$$

$d = 15,84$ тоннъ/метр.^{2}, $e = 18,43$ тоннъ/метр.^{2}, $f = 20,88$ тоннъ/метр.^{2},

$$g = 23,05 \text{ тоннъ/метр.}^2.$$

Разстояніе центра тяжести отъ основанія трапеціи въ I части:

$$\frac{2c+a}{a+c} \times \frac{x_1}{3} = \frac{2 \times 12,54 + 8,0}{12,54 + 8,0} \times \frac{1,72}{3} = 1,60 \times 0,57 = \mathit{0,91} \text{ мтр.}$$

Аналогично для:

II части—0,63 мтр., III части—0,49 мтр., IV части—0,47 мтр., V части—0,40 мтр., VI—0,34 мтр.

Слѣдовательно, схема расположенія 6 свай по основанію выразится формулой:

$$0{,}34 + 0{,}76 + 0{,}89 + 0{,}95 + 1{,}12 + 1{,}53 + 0{,}81 = 6{,}4 \text{ мтр.}$$

Повѣрка свай на изгибъ, подъ вліяніемъ горизонтальной силы, является излишней, въ виду малости этой силы (27,02 тонны) и въ виду того, что едва ли возможно предположить вымываніе грунта подъ основаніемъ стѣны камеры.

Шлюзъ съ паденіемъ 0.75 саж.

Вертикальное давленіе на 1 пог. метръ = 45,2 тонны при ширинѣ основанія стѣны 4,16.

Допуская вертикальное давленіе на 1 сваю 1.200 пуд. $\backsim$ 20 тоннъ, число свай на 1 пог. метръ опредѣлится $\frac{45{,}2}{20} = 2{,}21$ сваи, принято *3 сваи*, причемъ на одну сваю придется около 900 пуд.

На основаніи разсчетовъ, совершенно аналогичныхъ только что приведенному для шлюза паденіемъ въ 1,90 сажени, эти сваи надлежитъ распредѣлить слѣдующимъ образомъ по ширинѣ подошвы бетоннаго ростверка:

$$0{,}87 + 1{,}76 + 1{,}06 + 0{,}47 = 4{,}16 \text{ саж.}$$

Распредѣленіе свай подъ головы шлюзовъ.

Количество свай подъ голову шлюза, при опредѣленной толщинѣ сплошного бетоннаго фундамента не зависитъ отъ закона распредѣленія реакціи грунта, а зависитъ отъ величины, принятой за допустимую, нагрузки на каждую сваю и отъ распредѣленія свай. Предполагая совмѣстную работу стѣнъ головы шлюза и фундамента, необходимо принимать размѣры бетоннаго фундамента, полученные разсчетомъ при устройствѣ шлюза на землистыхъ грунтахъ, не допускающихъ забивки свай и для случая, когда этотъ бетонный фундаментъ служитъ ростверкомъ свайнаго основанія. Облегченіе раз-

мѣровъ возможно лишь при предположеніи работы стѣнъ и сплошного бетоннаго основанія независимо другъ отъ друга.

Разсчетъ бетонныхъ фундаментовъ показалъ, что наибольшія вертикальныя давленія получаются, когда камеры наполнены водой.

Шлюзъ съ паденіемъ 0,75 саж.

Не зная, какъ распредѣлится реакція грунта, для опредѣленія числа свай и распредѣленія ихъ по ширинѣ основанія, пришлось допустить возможность распредѣленія сопротивленія грунта по прямоугольнику и по треугольнику—это дастъ нѣкоторый запасъ въ количествѣ свай, особенно, принимая во вниманіе сдѣланное при разсмотрѣніи проекта Техническимъ Бюро замѣчаніе (см. примѣчаніе на стр. 154).

Подсчетъ произведенъ для половины головы шлюза. Вѣса отдѣльныхъ частей головы шлюза взяты изъ разсчетовъ нижней головы для шлюза съ паденіемъ 0,75 саж., сдѣланныхъ по образцу описанныхъ выше разсчетовъ головъ для шлюза паденіемъ 4,30 саж. (черт. 40, рис. 69):

$g_1 = 49{,}20$ тоннъ.

$g_2 = 66{,}40$ »

$g_3 = 10 \times 4{,}70 \times 1{,}00 = 47{,}00$ тоннъ.

Всего 162,60 тоннъ.

Ордината реакціи грунта:

а) по закону прямоугольника

$$\frac{162{,}60}{10+4{,}16} = 11{,}41 \text{ тонны.}$$

б) по закону треугольника

$$\frac{162{,}60 \times 2}{10+4{,}16} = 22{,}82 \text{ тонны.}$$

Опредѣляя разсчетное вертикальное давленіе (какъ заштриховано на чертежѣ) *):

$$162{,}60 + 11{,}42 \times \frac{14{,}16}{2 \times 2} = 162{,}60 + 40{,}42 = 203{,}02 \text{ тонны.}$$

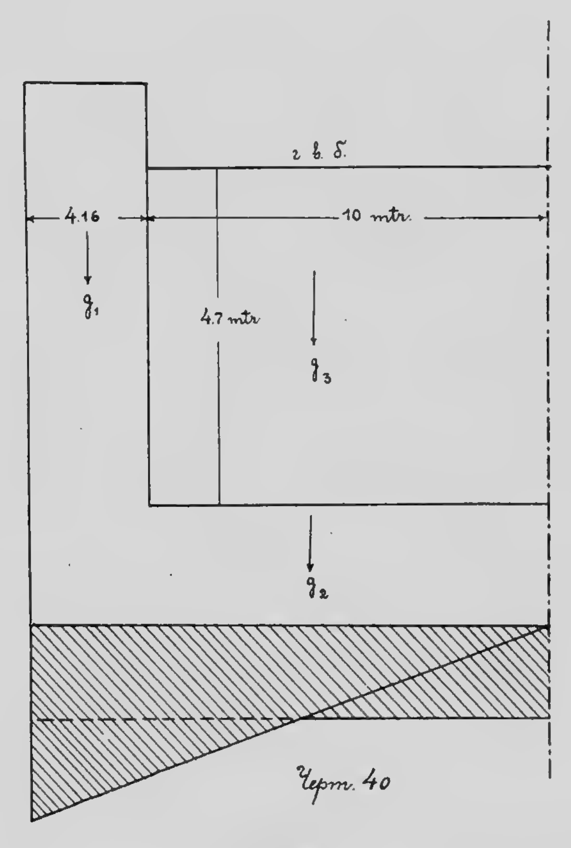


Рис. 69.

*) Относительно этихъ разсчетныхъ предположеній Совѣщаніе замѣтило, что болѣе правильнымъ представляется распредѣленіе давленія на основаніе по схемѣ, указанной при разсмотрѣніи разсчета фундаментовъ въ плотныхъ грунтахъ. Эпюра этого давленія по виду будетъ походить на условно принятую въ проектѣ, но напряженія будутъ меньше проектныхъ. Совѣщаніе признало, что запасы въ разсчетныхъ нагрузкахъ, а, слѣдовательно, и въ количествѣ свай, являются весьма желательными при разсчетѣ свайныхъ основаній, для правильности котораго только забивкой опытныхъ свай можно съ точностью установить величину допускаемой нагрузки для даннаго грунта и поэтому нашло осторожнымъ не уменьшать принятаго въ проектѣ количества свай подъ головы шлюзовъ.

Допуская давленіе на сваю 1.200 пуд. ∾ 20 тоннъ, опредѣлено необходимое число свай:

$$\frac{203{,}02}{20} = 10{,}15 \text{ свай} \backsim 11 \text{ свай}.$$

Въ дальнѣйшемъ разсчетѣ принято число свай = 12.

Въ части I діаграммы распредѣленія реакціи грунта—требуется свай (черт. 42, рис. 70):

$$\frac{11{,}41 \times 7{,}08}{20} = \frac{80{,}78}{20} = 4{,}03, \text{ принято } 5 \text{ свай;}$$

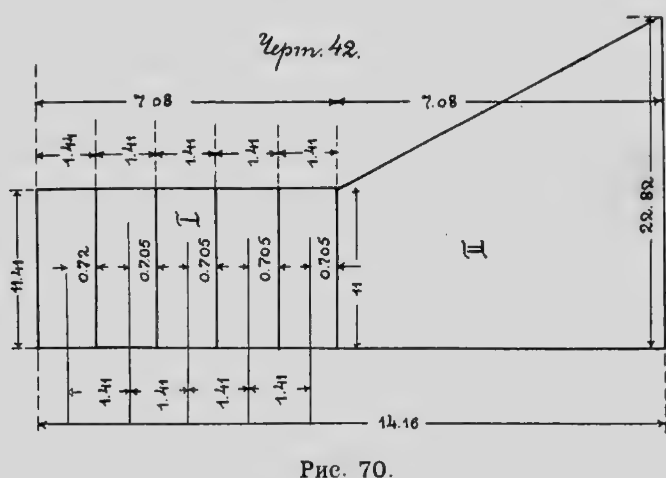


Рис. 70.

Эти сваи могутъ быть расположены на равныхъ разстояніяхъ:

$$7{,}08 : 5 = 1{,}41 \text{ мтр.}$$

Разстояніе отъ края фундамента до первой сваи опредѣлится:

$$1{,}41 \times 4 = 5{,}64; \; 7{,}08 - 5{,}64 = 1{,}44 \text{ мтр.}$$

Въ части II вышеозначенной діаграммы требуется 7 свай, которыя должны быть помѣщены въ центрахъ тяжести равныхъ частей, на которыя разбивается трапеція давленія (черт. 38, рис. 71):

$$S_1 = \frac{a + a + \frac{b-a}{h} X_1}{2} X_1 = {}^1/_7 \left(\frac{a+b}{2}\right) h.$$

$$2a \; X_1 + \left(\frac{b-a}{h}\right) X_1{}^2 = {}^1/_7 \; (a+b)\, h.$$

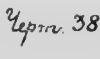
$$X_1^2 + 14{,}1 \ X_1 - 21{,}47 = 0.$$

$$X_1 = -7{,}00 \pm \sqrt{49 + 21{,}47} = -7{,}00 + 8{,}40 = 1{,}40 \text{ мтр.}$$

$$X_1^2 + 14 \ X_1 - 2 \times 21{,}47 = 0.$$

Аналогично:

$X_2 = 2{,}50$ мтр., $X_3 = 3{,}60$ мтр., $X_4 = 4{,}60$ мтр., $X_5 = 5{,}50$ мтр., $X_6 = 6{,}30$ мтр.



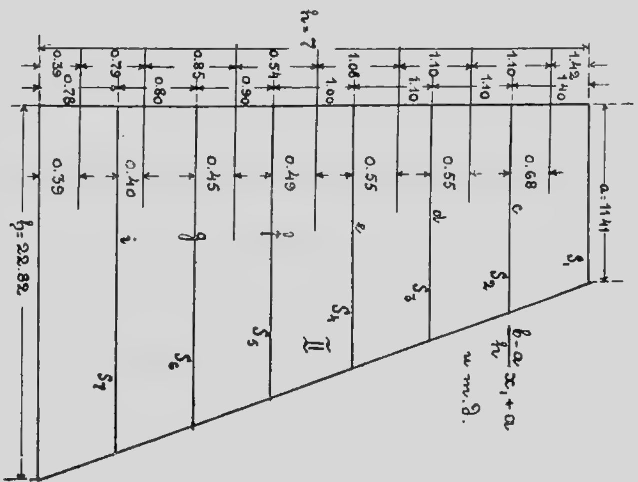


Рис. 71.

Разстоянія между центрами тяжести отдѣльныхъ частей:

$$X_2 - X_1 = 2{,}50 - 1{,}40 = 1{,}10 \text{ мтр.}$$
$$X_3 - X_2 = 3{,}60 - 2{,}50 = 1{,}10 \text{ »}$$
$$X_4 - X_3 = 4{,}60 - 3{,}60 = 1{,}00 \text{ »}$$
$$X_5 - X_4 = 5{,}50 - 4{,}60 = 0{,}90 \text{ »}$$
$$X_6 - X_5 = 6{,}30 - 5{,}50 = 0{,}80 \text{ »}$$
$$h - X_6 = 7{,}08 - 6{,}30 = 0{,}78 \text{ »}$$

Ординаты отдѣльныхъ частей трапеціи давленій:

$c = \frac{b-a}{h} X_1 + a = 11{,}41 + 1{,}61 \times 1{,}40 =$ ***13,66*** тоннъ/мтр.^{2};

$d =$ ***15,43*** тоннъ/мтр.^{2}; $e =$ ***17,20*** тоннъ/мтр.^{2}; $f =$ ***18,82*** тоннъ/мтр.^{2};

$g =$ ***20,26*** тоннъ/мтр.^{2}; $i =$ ***21,55*** тоннъ/мтр.^{2}.

Разстояніе центра тяжести отъ основанія трапеціи въ I части

$$2\frac{c+a}{a+c} \times \frac{X_1}{3} = \frac{13{,}66 \times 2 + 11{,}41}{13{,}66 + 11{,}41} \times \frac{1{,}40}{3} = 1{,}50 \times 0{,}46 = 0{,}68 \text{ мтр.}$$

Аналогично:

II части — 0,55 мтр.; III части — 0,55 мтр.; IV части — 0,49 мтр.; V части — 0,45 мтр.; VI части — 0,40 мтр.; VII части — 0,39 мтр.

Схема распредѣленія 12 свай по ширинѣ фундамента для половины головы шлюза отъ средней оси:

$$0{,}72 + 1{,}41 + 1{,}41 + 1{,}41 + 1{,}41 + 1{,}42 + 1{,}10 + 1{,}10 + \\ + 1{,}06 + 0{,}94 + 0{,}85 + 0{,}79 + 0{,}39 = 14{,}16 \text{ мтр.}$$

Шлюзъ съ паденіемъ 1,90 саж.

По аналогичному разсчету число свай для фундамента шлюза съ паденіемъ въ 1,90 сажени опредѣлилось въ 16 штукъ.

Въ районѣ распредѣленія реакціи по прямоугольнику 7 свай располагаются равномѣрно черезъ 1,05 сажени одна отъ другой.

Во второй части фундамента, гдѣ реакція распредѣлена по трапеціи, помѣщено 9 свай, расположенныхъ со слѣдующими разстояніями другъ отъ друга:

$$0{,}70 + 0{,}70 + 0{,}70 + 0{,}69 + 0{,}82 + 0{,}90 + 0{,}94 + 1{,}05.$$

Размѣры свай.

При устройствѣ основанія на плывунѣ, сваи взяты длиной 6 саж., при глубинѣ забивки 5,00 саж., и діаметромъ 7 верш.

При устройствѣ свайнаго основанія въ песчано-глинистыхъ грунтахъ сваи взяты длиною 4 саж., при глубинѣ забивки 3,5 саж. и діаметромъ — 6 верш.

Въ случаѣ, если основаніе шлюза залегаетъ въ материковой глинѣ, сваи дѣлаются ненужными.

Глава VIII.

Шлюзы для нижняго теченія р. Чусовой.

Общее описаніе. Проектъ шлюзованія нижняго теченія рѣки Чусовой вслѣдствіе особыхъ условій мѣстности, а отчасти вслѣдствіе того, что онъ составлялся ранѣе остальной части проекта Камско-Иртышскаго воднаго пути, отличается нѣкоторыми особенностями въ деталяхъ сооруженій. Шлюзы для этого участка пути были спроектированы особаго типа, отличающагося отъ описаннаго въ предыдущихъ главахъ.

Восемь шлюзовъ на Нижней Чусовой имѣютъ одинаковое паденіе въ 1,67 саж., а девятый, находящійся у устья Чусовой, имѣетъ перемѣнное паденіе отъ 1,74 до 2,44 саж., въ зависимости отъ высоты стоянія воды въ р. Камѣ и образуемаго ею подпора воды въ Чусовой. Предвидя возможное пониженіе уровня воды въ будущемъ, вслѣдствіе выправительно-землечерпательныхъ работъ на Камѣ, глубина короля на этомъ шлюзѣ принята на 0,5 саж. болѣе, нежели въ остальныхъ шлюзахъ.

Для этихъ шлюзовъ былъ запроектированъ одинъ типъ шлюза, имѣющаго паденіе 1,67 саж.

Основные размѣры шлюзовъ были приняты слѣдующіе: полезная длина 55 саж., полезная ширина 8 саж. и глубина воды на королѣ 1,20 саж. Проектомъ опредѣлились слѣдующіе размѣры:

Длина головной части 11 саж. Высота стѣнъ головы надъ королемъ 3,12 саж. Ширина шкафной части 9,20 саж. Стрѣла королевой линіи 1,38 саж. (рис. 72, 73 и 74).

Полная обезпеченность, съ излишкомъ даже, водою для питанія шлюзовъ проектируемой Нижне-Чусовской системы и присутствіе

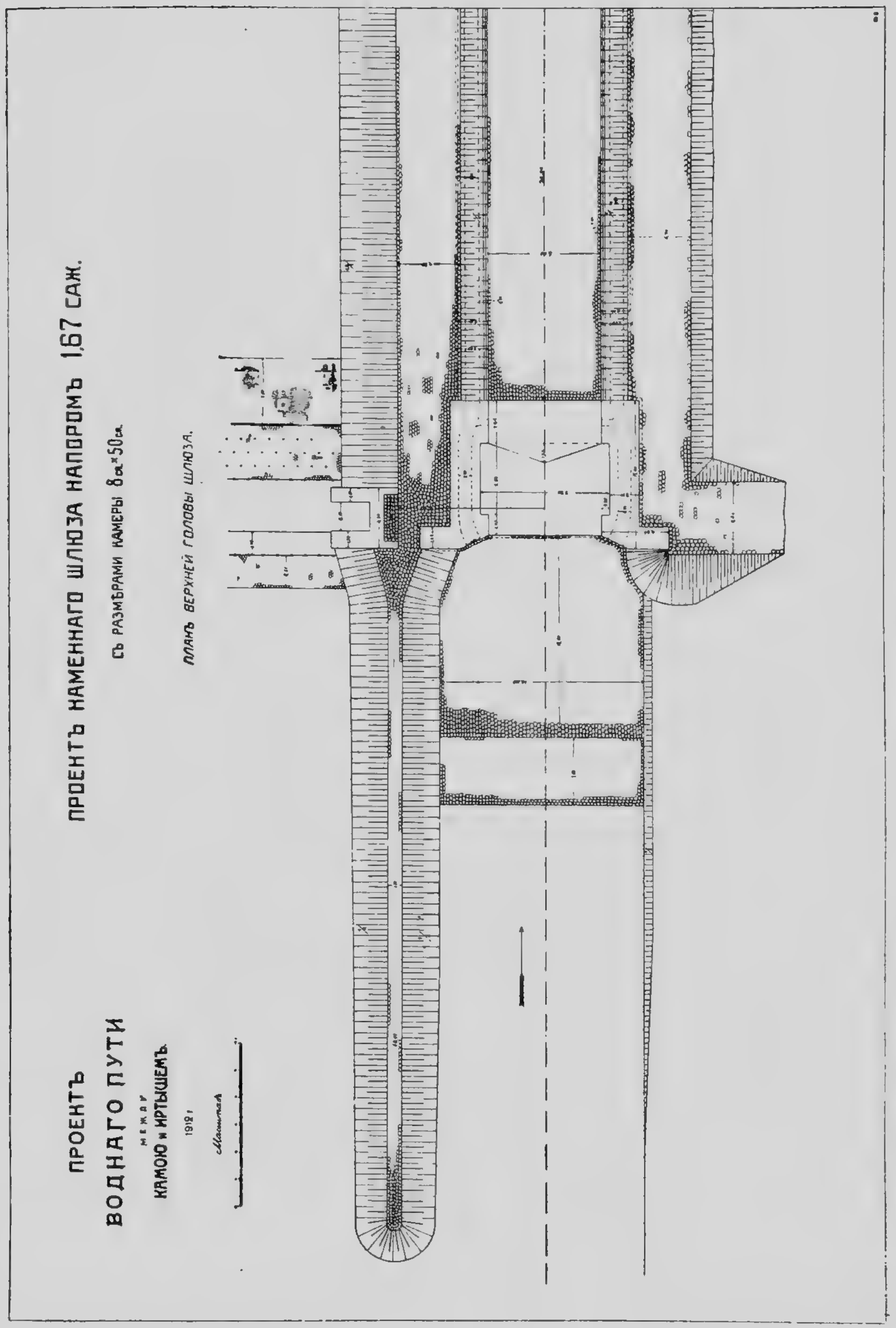

ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 1,67 САЖ.
СЪ РАЗМѢРАМИ КАМЕРЫ 8 са.×50 са.
ПЛАНЪ ВЕРХНЕЙ ГОЛОВЫ ШЛЮЗА.
ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ
1912 г.

Рис. 72.

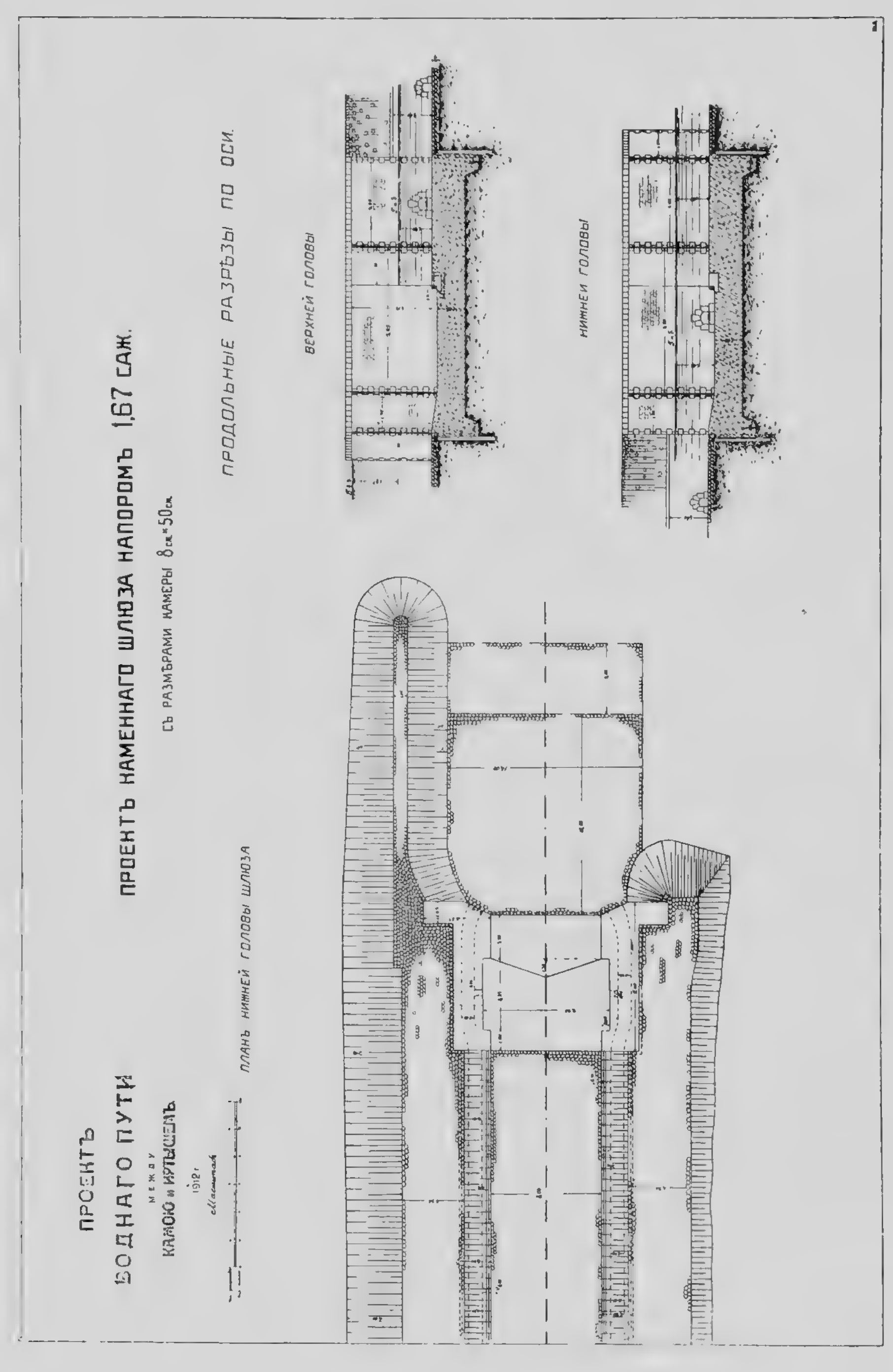

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ
1912 г.
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 1,67 САЖ.
СЪ РАЗМѢРАМИ КАМЕРЫ 8сж×50сж
ПРОДОЛЬНЫЕ РАЗРѢЗЫ ПО ОСИ.
ВЕРХНЕЙ ГОЛОВЫ
НИЖНЕЙ ГОЛОВЫ
ПЛАНЪ НИЖНЕЙ ГОЛОВЫ ШЛЮЗА

Рис. 73.

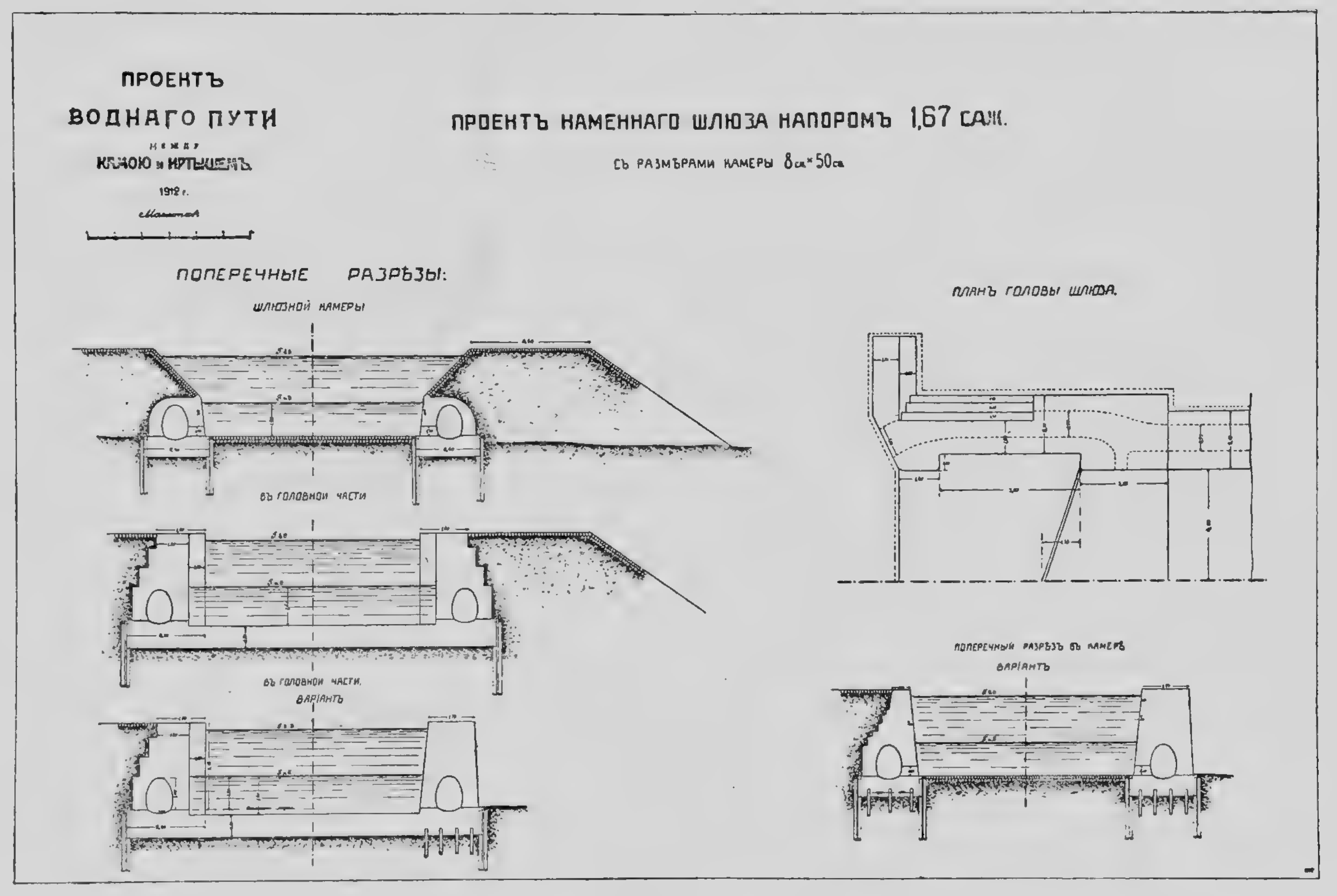

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
1912 г.
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 1,67 САЖ.
ПОПЕРЕЧНЫЕ РАЗРѢЗЫ:
ШЛЮЗНОЙ КАМЕРЫ
ВЪ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ
ВЪ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ. ВАРІАНТЪ
ПЛАНЪ ГОЛОВЫ ШЛЮЗА.
ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРѢЗЪ ВЪ КАМЕРѢ
ВАРІАНТЪ

Рис. 74.

весьма плотныхъ глинистыхъ грунтовъ почти на всемъ протяженіи этого участка рѣки весьма повліяли на выборъ типа шлюза.

Въ видѣ опыта для шлюзовъ нижней Чусовой камерныя стѣны проектированы въ видѣ полустѣнокъ, заключающихъ въ себѣ трубу для питанія водою камеры шлюза. Выше уровня нижняго бьефа эти полустѣнки переходятъ въ откосы, обдѣланные двойною мостовою на цементномъ растворѣ. Для осушенія откосовъ за одеждою укладывается рядъ дренажныхъ трубъ съ выводомъ ихъ въ нижній бьефъ.

Эти стѣны спроектированы по типу шлюзовъ въ Либшицѣ на р. Молдавѣ. Подобная же конструкція, но безъ продольныхъ галлерей, примѣнена въ Россіи на р. Москвѣ, а въ Германіи въ шлюзѣ у Ганекенъ на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ и на восьми шлюзахъ р. Майна отъ Офенбаха до Майнца.

Головныя части шлюзовъ отъ обычнаго типа отличаются только тѣмъ, что водопроводныя галлереи выпущены съ уширеніемъ ихъ сѣченій на 33% не въ шкафную часть головы, а въ бьефы подъ нѣкоторымъ угломъ къ оси подходнаго канала. Благодаря тому, что въ подходномъ каналѣ пересѣкаются двѣ струи, выходящія изъ галлерей рѣчной и береговой стѣнъ, происходитъ нѣкоторое поглощеніе живой силы этихъ довольно мощныхъ струй. При выпускѣ струй параллельно оси шлюза въ подходномъ каналѣ развивалось бы довольно сильное теченіе, препятствующее подходу судовъ къ шлюзу.

Стѣны шлюза въ нижней части проектированы изъ бутовой кладки на бетонномъ фундаментѣ, толщиною 0,75 саж., огражденномъ досчатыми шпунтами. Въ верхней части шлюзная стѣна со стороны рѣки образована земляной дамбой, которая имѣетъ по верху ширину 4,50 саж., одиночные откосы, и частью покрываетъ упомянутую каменную стѣнку. Откосъ земляной дамбы изнутри камеры защищенъ двойной мостовкой на цементномъ растворѣ съ общей толщиной въ 0,27 саж., какъ и откосъ камеры со стороны берега. Наружный откосъ земляной дамбы укрѣпленъ двойной мостовкой въ плетняхъ клѣтками, площадка вымощена одиночной мостовкой.

Водопроводная галлерея овоидальнаго сѣченія, описанная уже выше, проходящая по всей длинѣ шлюзныхъ стѣнъ,

имѣетъ по 10 боковыхъ водопроводныхъ отверстій, выходящихъ въ камеру шлюза и по 2 боковыхъ отверстія, выходящихъ въ шкафную и упорную части головныхъ стѣнъ. Общая площадь боковыхъ отверстій въ 1,5 раза больше сѣченія продольной водопроводной галлереи. Въ проектѣ предполагалось облицевать внутреннюю поверхность галлереи либо камнемъ-приколомъ, либо клинкеромъ.

Время наполненія камеры шлюза съ напоромъ 1,67 саж. подсчитано равнымъ 385 секундамъ. Время наполненія камеры шлюза съ напоромъ 2,44 саж. равно 480 секундамъ, причемъ такое время наполненія будетъ лишь въ періодъ самаго исключительнаго мелководья на Камѣ при максимальномъ паденіи въ шлюзѣ 2,44 саж.

Фундаментъ головной части бетонный съ двойной арматурой, спроектированной по типу, указанному Техническимъ Совѣщаніемъ для фундаментовъ головъ въ шлюзахъ на р. Шекснѣ. Верхняя двойная арматура изъ круглаго желѣза, а нижняя изъ рельсъ.

Кромѣ вышеописаннаго устройства камеры, былъ запроектированъ и обычный типъ камерныхъ стѣнъ изъ бутовой кладки, нѣсколько отличающійся отъ общаго для всего проекта типа, какъ это видно изъ чертежей (см. рис. 74). Сравнительный подсчетъ показалъ, что устройство полустѣнокъ и откосовъ удешевляетъ каждый шлюзъ на сумму до 60.000 руб. *).

---

*) Совѣщаніе при разсмотрѣніи проекта шлюзованія Нижней Чусовой остановилось на внесеніи въ смѣту стоимости болѣе дорогихъ шлюзовъ съ камерами, образованными каменными стѣнками, но, принимая во вниманіе, что предложенные въ проектѣ типы шлюзовъ съ полустѣнками могутъ послужить матеріаломъ при составленіи окончательнаго проекта, сдѣлало слѣдующія указанія.

Нижнюю часть стѣны, заключающую въ себѣ водопроводную галлерею, Совѣщаніе предложило дѣлать въ видѣ варіанта изъ желѣзобетона взамѣнъ бутовой кладки, устраивая подъ основаніемъ откоса разгрузную площадку, предупреждающую опрокидываніе легкой стѣнки, и направляя эту площадку отъ ребра пересѣченія внизъ. Далѣе, Совѣщаніе обратило вниманіе на затруднительность ремонта укрѣпленія откосовъ камеры, между тѣмъ, этотъ ремонтъ будетъ часто неизбѣженъ, такъ какъ сцементированная мостовая не сможетъ быть достаточно прочной для того, чтобы противостоять давленію воды, которая можетъ собираться за нею, а также это жесткое укрѣпленіе можетъ трескаться отъ мороза и отъ ударовъ о него судовъ бортами и днищемъ. Въ виду этихъ соображеній, Совѣщаніе предложило замѣнить мощеніе на цементѣ обыкновенною двойною мостовою на мху съ правильной укладкой верхняго слоя изъ тщательно приколотыхъ крупныхъ камней.

Расположеніе шлюзовъ въ планѣ.

Для нѣкоторыхъ шлюзовъ (№№ 2, 3, 5, 7 и 8) было составлено два варіанта расположенія шлюза: въ рѣкѣ и въ выемкѣ берега у самой рѣки. Окончательнымъ для внесенія въ смѣту былъ признанъ варіантъ расположенія шлюзовъ въ берегахъ, хотя и оказавшійся нѣсколько болѣе дорогимъ, чѣмъ первый. Однако, такое расположеніе шлюзовъ въ берегу имѣетъ основаніе, такъ какъ прохожденіе весеннихъ водъ, сопровождаемое довольно мощнымъ ледоходомъ, будетъ встрѣчать менѣе стѣсненій при береговомъ положеніи шлюзовъ, чѣмъ въ томъ случаѣ, если шлюзы будутъ выдвинуты въ рѣку. Принятіе въ смѣтѣ болѣе дорогого расположенія шлюзовъ, кромѣ предварительнаго характера самаго проекта пути, объясняется также соображеніями о большихъ удобствахъ производства работъ по сооруженію шлюзовъ, находящихся въ береговой выемкѣ.

У головъ шлюза образованы изъ каменной отсыпи направляющія дамбы уже описаннаго типа съ внутреннимъ ядромъ изъ гравелистаго грунта. Наружный слой отсыпи составленъ изъ правильной кладки крупныхъ камней вѣсомъ не менѣе 4 пудовъ. Дамба въ верхнемъ бьефѣ имѣетъ длину 50 саж., а въ нижнемъ — 20 саж.

Дно верхняго подходнаго канала на протяженіи 10 саж., а нижняго — на 15 саж. отъ головы шлюза укрѣплено двойной мо-

---

По поводу способа обдѣлки внутренней поверхности водопроводной галлереи Совѣщаніе высказалось за желательность примѣненія преимущественно клинкерной обдѣлки, какъ болѣе легкой для выполненія и обезпечивающей болѣе ровную поверхность, нежели обдѣлка изъ приколотыхъ камней.

Полъ камеры укрѣпленный по проекту двойной мостовой на цементномъ растворѣ, Совѣщаніе предложило въ водобойныхъ частяхъ сдѣлать изъ тщательно приколотыхъ камней на слоѣ щебня, а въ остальныхъ частяхъ обыкновенной двойной мостовой.

Вниманіе Совѣщанія было обращено также на соединеніе шлюза съ берегомъ сопрягающими дамбами, которыя, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, были признаны укрѣпленными недостаточно. Прочное укрѣпленіе сопрягающихъ дамбъ является наиболѣе желательнымъ на затопляемыхъ сооруженіяхъ при большихъ весеннихъ расходахъ, сопровождаемыхъ ледоходомъ. Низовой водобойный откосъ сопрягающихъ дамбъ Совѣщаніе предложило покрыть прочной мостовой изъ крупныхъ камней, вмѣсто принятаго въ проектѣ типа двойной мостовой въ плетневыхъ клѣткахъ, и подошву откоса укрѣпить фашиннымъ тюфякомъ, а также проектировало устроить у дамбъ закругленные гребни.

стовкой на цементѣ; далѣе дно каналовъ на протяженіи 5 саж. укрѣплено простой двойной мостовкой. Береговой откосъ канала укрѣпленъ одиночной мостовкой на протяженіи дамбъ. Для удобства ввода судовъ въ шлюзъ проектированы деревянныя направляющія эстакады.

Оборудованіе шлюзовъ воротами и затворами.

Шлюзы, спроектированные для Нижней Чусовой, оборудованы тѣми же двустворчатыми воротами, на проектъ которыхъ уже дѣлалась ссылка при описаніи типовыхъ шлюзовъ для остальной части пути.

Для даннаго соотношенія ширины и высоты воротъ оказался болѣе выгоднымъ стоечный типъ.

Вѣсъ одного полотнища воротъ, полученный по графику (см. стр. 62), оказался, для паденія въ 1,67 саж., равнымъ 19 тоннамъ, а для паденія въ 2,44 саж.—31,25 тоннамъ.

При этомъ на одинъ шлюзъ приходится:

Съ паденіемъ:	1,67 саж.	2,44 саж.
желѣза	4.078,24 пуд.	6.707,59 пуд.
стали	269,10 »	480,36 »
чугуна	292,28 »	442,60 »

Щиты для запиранія водопроводныхъ галлерей устраиваются на каткахъ по типу, принятому для шлюза у Альтенрейне на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ (рис. 75). Прочее, болѣе мелкое оборудованіе введено въ смѣту, руководствуясь типовыми проектами шлюзовъ, или на основаніи данныхъ проектовъ шлюзованія рр. Шексны и Сѣвернаго Донца.

Тобольскіе шлюзы.

Здѣсь же умѣстно сказать нѣсколько словъ о типѣ шлюзовъ, проектированныхъ для пяти шлюзовъ на рѣкахъ Тоболѣ и Турѣ. Проектъ шлюзованія этихъ рѣкъ былъ составленъ въ 1910 году и вошелъ составною частью въ общій проектъ Камско-Иртышскаго воднаго пути.

Камеры этихъ шлюзовъ, имѣющія полезную длину 135 саженъ, предположено образовать откосами одиночнаго уклона, укрѣпленными фашинными тюфяками.

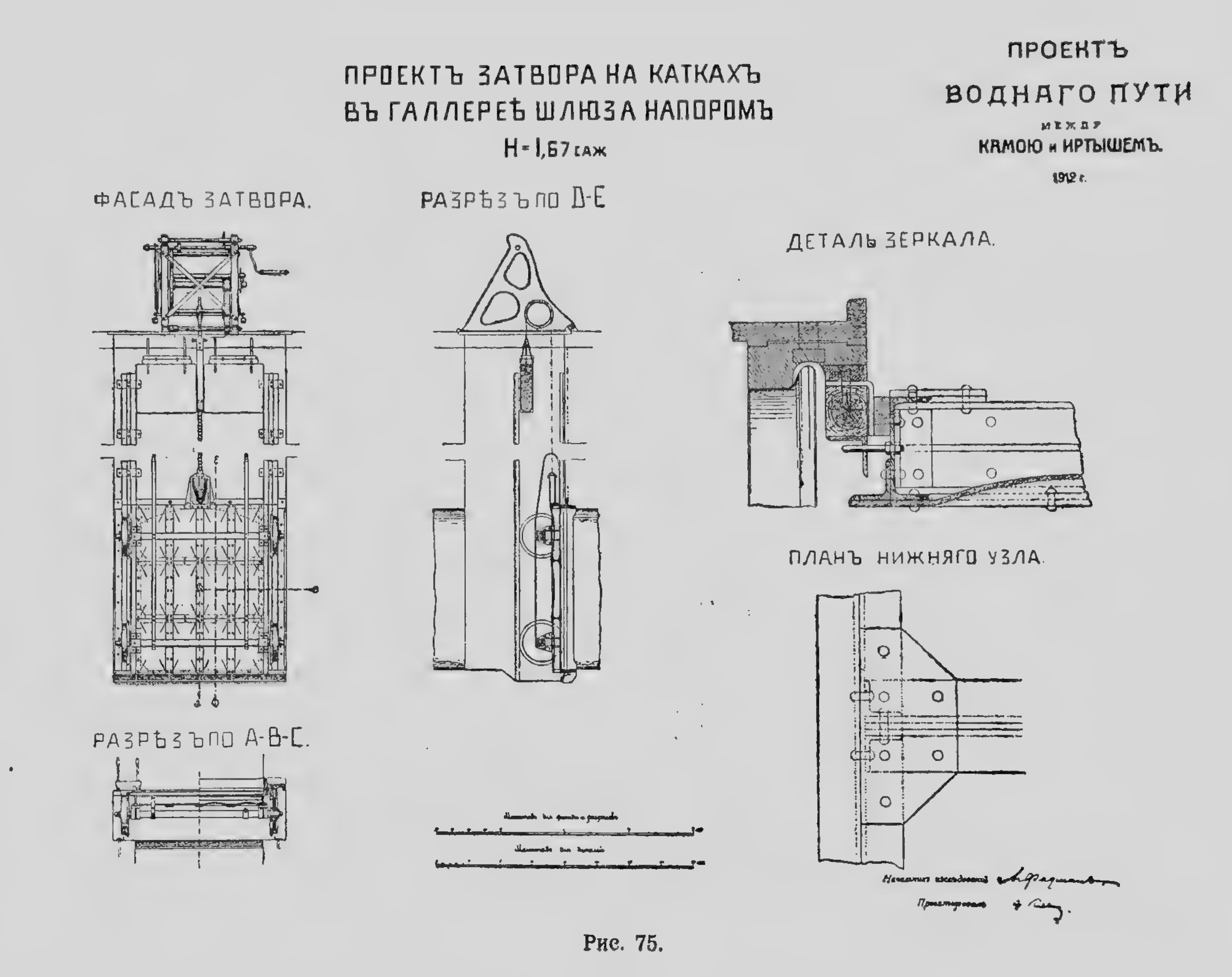

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
межъу
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ.
1912 г.
ПРОЕКТЪ ЗАТВОРА НА КАТКАХЪ
ВЪ ГАЛЛЕРЕѢ ШЛЮЗА НАПОРОМЪ
H=1,67 саж
ФАСАДЪ ЗАТВОРА.
РАЗРѢЗЪ ПО D-E
ДЕТАЛЬ ЗЕРКАЛА.
ПЛАНЪ НИЖНЯГО УЗЛА.
РАЗРѢЗЪ ПО A-B-C.

Рис. 75.

Продольныя водопроводныя галлереи отсутствуютъ, наполненіе и опорожненіе камеры происходятъ черезъ водопроводныя отверстія, устроенныя въ головныхъ частяхъ. Укрѣпленіе дна камеры въ части ея у верхней головы состоитъ изъ каменной наброски между отдѣльными сваями и ограниченной сплошнымъ свайнымъ рядомъ *).

---

*) Совѣщаніе признало одиночный откосъ камеры для слабыхъ грунтовъ слишкомъ крутымъ и замѣнило его полуторнымъ. Укрѣпленіе откоса вмѣсто тюфяка предположено двойной мостовой на мху, причемъ у подошвы внутренняго откоса надлежитъ отсыпать рисберму съ поддержаніемъ ея сваями черезъ 1 саж. Сваи должны быть укрѣплены анкерами и между ними устроена заборка изъ пластинъ. Подобнаго типа прочное укрѣпленіе подошвы откоса было признано необходимымъ отчасти вслѣдствіе печальнаго опыта службы земляныхъ откосовъ камеръ въ шлюзахъ Москворѣцкой системы, гдѣ сплываніе откосовъ вызывало постоянный ремонтъ сооруженія. Укрѣпленіе дна камеры въ водобойныхъ частяхъ вблизи головъ каменной наброской получило одобреніе Совѣщанія, подъ условіемъ, что верхній рядъ отсыпи будетъ положенъ изъ крупныхъ, тщательно приколотыхъ камней. Въ остальномъ конструкція шлюзовъ съ земляными стѣнками возраженій Совѣщанія не вызвала и внесеніе ихъ стоимости въ смѣту получило одобреніе.

Удороженіе стоимости пути при замѣнѣ въ этихъ 5 длинныхъ шлюзахъ откосовъ камерными стѣнками общаго съ остальными шлюзами типа выразилось бы суммою около 1 милл. руб.

Глава IX.

Подсчеты количества работъ по устройству шлюзовъ.

Методъ подсчета. Разнообразіе условій, въ которыхъ находятся отдѣльныя сооруженія проектируемаго пути и задача, поставленная составителю предварительнаго проекта, заставили отказаться отъ проектированія каждаго отдѣльнаго сооруженія, какъ самостоятельнаго цѣлаго и, какъ указывалось уже выше, пришлось обратиться къ другому методу, который бы далъ возможность, спроектировавъ нѣсколько сооруженій, получить данныя для подсчета количества работъ во всѣхъ остальныхъ шлюзахъ.

Такимъ методомъ явилось построеніе кривыхъ, изображающихъ графически измѣненія количества различныхъ работъ въ шлюзахъ въ зависимости отъ величины паденія въ шлюзѣ.

Опредѣленію количества работъ каждаго отдѣльнаго шлюза предшествовали подсчеты работъ по сооруженію каждаго изъ запроектированныхъ и описанныхъ выше типовыхъ шлюзовъ, далѣе подсчеты эти объединялись и приводились въ видъ, удобный для пользованія ихъ результатами. Описаніе этой части проекта шлюзовъ проведено по слѣдующему плану: указана схема типовыхъ подсчетовъ, съ разбивкой ихъ на категоріи по роду работъ: земляныя, каменныя, металлическія, свайныя и разныя; приведены результаты этихъ подсчетовъ и даны поясненія, какъ эти результаты примѣнялись для подсчета отдѣльныхъ шлюзовъ проектируемаго пути.

Подсчеты въ типовыхъ шлюзахъ.

Всѣ шлюзы Камско-Иртышскаго воднаго пути были раздѣлены по величинѣ паденія на пять группъ: Земляныя работы.

Группы.	Величина паденія въ саженяхъ.	Число шлюзовъ. Каждаго паденія.	Число шлюзовъ. Группы.	Группы.	Величина паденія въ саженяхъ.	Число шлюзовъ. Каждаго паденія.	Число шлюзовъ. Группы.
I	1) 0,65	2		III	12) 1,60	4	
I	2) 0,70	3		III	13) 1,67	8	
I	3) 0,75	2		III	14) 1,75	4	
I	4) 0,80	4		III	15) 1,90	5	
I	5) 0,90	1		III	16) 2,00	19	40
I	6) 1,00	15	27	IV	17) 2,10	1	
II	7) 1,10	2		IV	18) 2,25	3	
II	8) 1,15	2		IV	19) 2,50	9	
II	9) 1,25	3		IV	20) 3,00	6	19
II	10) 1,35	2		V	21) 3,25—3,50	8	
II	11) 1,50	7	16	V	22) 3,90—4,50	7	15

Всего шлюзовъ 117. Средняя величина паденія, приходящаяся на одинъ шлюзъ, 1,93 саж.

Какъ видно изъ этой таблицы, въ каждой группѣ преобладаетъ одна какая-нибудь величина паденія: такъ для I-й группы изъ 27 шлюзовъ 15 имѣютъ паденіе въ 1,00 саж., для II-й изъ 16—7 съ паденіемъ въ 1,50 саж., для III-й изъ 31 *)—19 съ паденіемъ въ 2,00 саж., для IV-й изъ 19—6 съ паденіемъ въ 3,00 саж. и, наконецъ, въ V-й группѣ 15 сооруженій, изъ которыхъ для 7 паденіе въ 4,30 саж. можетъ быть принято среднимъ, при небольшомъ отклоненіи отъ него. Для шлюзовъ указанныхъ

*) Для сооруженій №№ 1—9 на участкѣ I-й партіи земляныя работы подъ шлюзы подсчитаны по поперечнымъ профилямъ.

паденій, преобладающихъ въ группѣ, спроектированы основанія котловановъ и эти основанія приняты для подсчета земляныхъ работъ для остальныхъ сооруженій въ каждой группѣ. Основаніе же, какъ видно изъ его эскиза (см. рис. 76) для котлована подъ шлюзъ съ паденіемъ въ 4,30 саж., вмѣщаетъ въ себѣ планъ шлюза по его основанію такъ, что периметръ дна котлована отстоитъ отъ периметра обрѣза фундамента шлюза на разстояніе 0,70 саж., для возможности устроить вокругъ сооруженія во время постройки отводъ фильтраціонной и дождевой воды при помощи кювета. Такъ какъ предполагается, что шлюзы V, IV и III группъ будутъ устроены по типовому проекту шлюза большого паденія, т. е. будутъ имѣть стѣнку паденія, то размѣры котлована для верхней головы оказываются нѣсколько преувеличенными, но это преувеличеніе необходимо въ предварительномъ проектѣ, такъ какъ длина верхней головы зависитъ отъ глубины воды на верхнемъ королѣ шлюза, а эта глубина для шлюзовъ различна въ разныхъ мѣстахъ расположенія шлюзовъ системы и часто превышаетъ минимальную глубину, равную 1,20 саж. Группы II и I заключаютъ въ себѣ шлюзы безъ стѣнки паденія.

Откосы котлована проектируются одиночными, не принимая во вниманіе качества грунта, въ которомъ закладывается сооруженіе; приходится это дѣлать: 1) въ виду подсчета земляныхъ работъ по типовымъ котлованамъ, а не въ отдѣльности для каждаго шлюза, 2) въ виду того, что такой откосъ, нужный для веденія выемки въ землистыхъ грунтахъ, придется иногда закладывать и въ скалѣ, въ особенности при напластованіи горныхъ породъ подъ углами къ горизонту, близкими къ 45^{0}.

Для возможности учитывать, безъ подсчета въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, измѣненія величинъ площадей выемки по верху въ зависимости отъ глубины заложенія котлована, построенъ графикъ (рис. 77). Глубины отсчитываются отъ горизонта на 0,30 саж. ниже дна камеры, т. е. отъ низа фундамента подъ стѣны, принимая во вниманіе, что излишекъ работъ по выемкѣ слоя земли подъ дномъ камеры покроетъ съ запасомъ непринятую въ подсчетъ выемку для образованія кюветовъ и углубленія подъ нижнимъ королемъ.

ПЛАНЪ И ПРОФИЛЬ ВЫЕМКИ ДЛЯ ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 4.30 С.

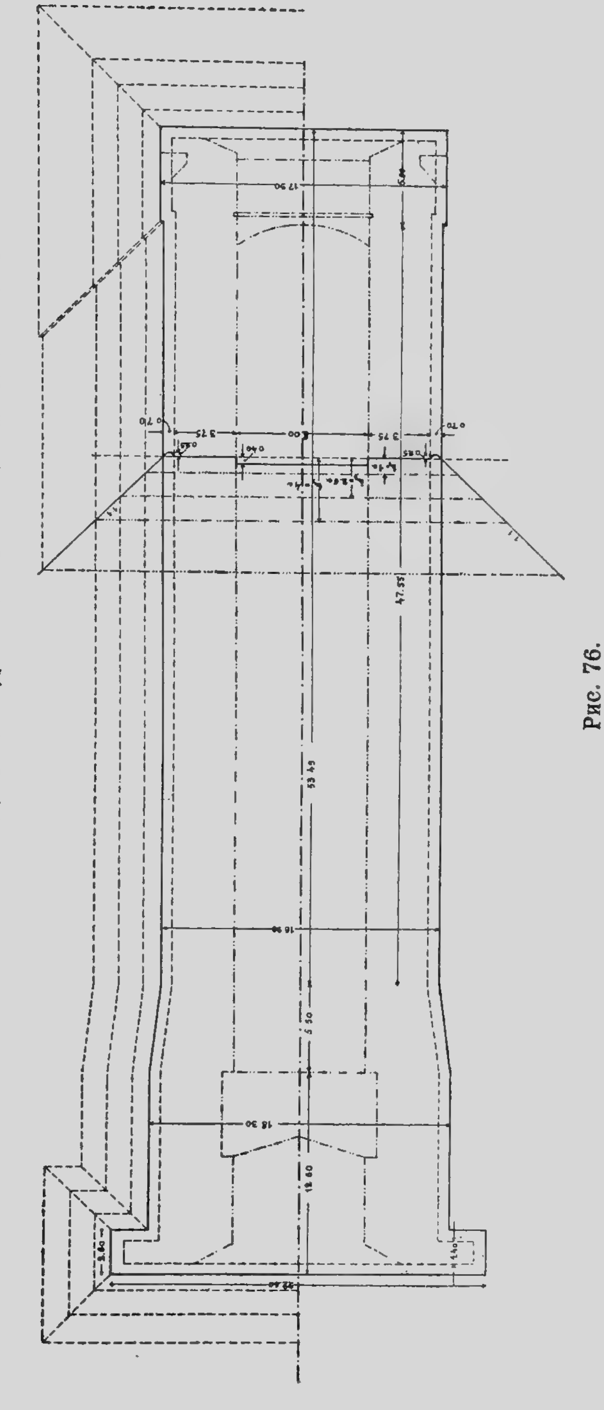


Рис. 76.

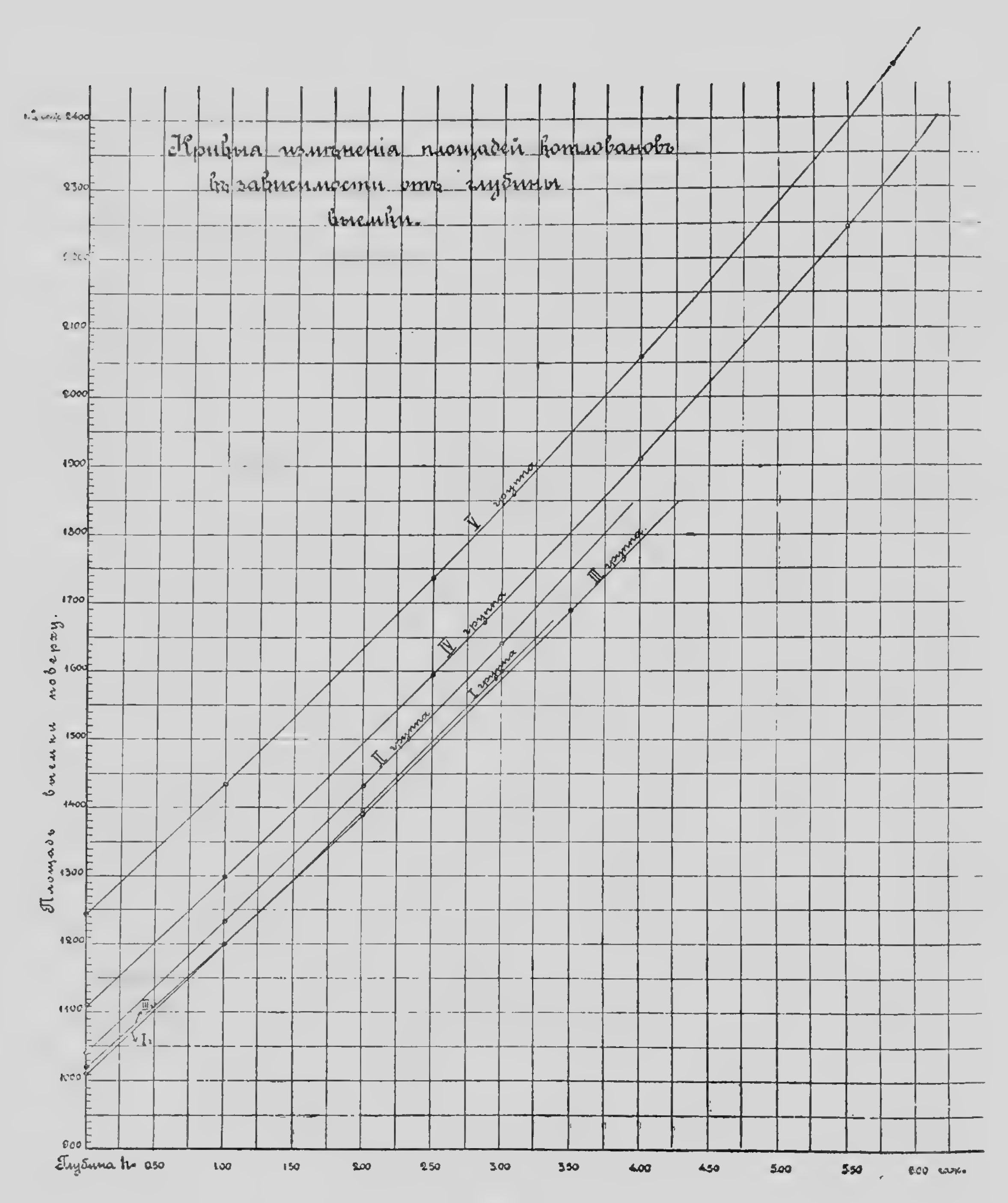

Кривыя измѣненія площадей котловановъ
въ зависимости отъ глубины
выемки.
2400
2300
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
Площадь выемки поверху.
V группа
IV группа
III группа
II группа
I группа
Глубина h- 0.50
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
5.50
6.00 саж.

Рис. 77.

Объемъ выемки подсчитанъ по формулѣ для объема усѣченной пирамиды:

$$\text{объемъ} = \frac{h}{3}\left(B + b + \sqrt{B + b}\right),$$

гдѣ h — глубина по продольному профилю, вычерченному для каждаго шлюза,

B — площадь по дну котлована, постоянная величина для всѣхъ сооруженій одной группы,

b — площадь по верху грунта, перемѣнная величина въ зависимости отъ h по соотвѣтствующимъ для каждой группы кривымъ.

Запасъ въ подсчетѣ земляныхъ работъ для выемки котловановъ подъ шлюзы по описанному выше способу является безусловнымъ и слагается въ силу слѣдующихъ обстоятельствъ:

1. Предположенные откосы котловановъ съ одиночнымъ уклономъ являются предѣльными и въ дѣйствительности во многихъ случаяхъ будутъ замѣнены болѣе крутыми.

2. Назначенная выемка подъ верхнюю голову преувеличена, такъ какъ, благодаря стѣнкѣ паденія, въ дѣйствительности придется вынимать меньшіе объемы, чѣмъ подсчитанные.

3. Въ каждой группѣ для сооруженій меньшихъ паденій, чѣмъ преобладающее, проектируется выемка котлована, разсчитанная на помѣщеніе болѣе крупнаго сооруженія.

4. Отъ нѣсколько преувеличенной глубины выемки котлована.

Но всѣ эти преувеличенія являются необходимыми, такъ какъ самъ способъ подсчета является приблизительнымъ и условія мѣстности охарактеризованы съемкою и буреніемъ недостаточно подробно для точнаго подсчета земляныхъ работъ.

Каменныя работы.

На основаніи типовыхъ проектовъ шлюзовъ, имѣющихъ паденія 4,30; 3,00; 1,90 и 0,75 саж. и подсчета количества каменныхъ работъ для сооруженія этихъ шлюзовъ были вычерчены кривыя, представляющія графически зависимость количества разныхъ элементовъ этихъ работъ въ шлюзахъ отъ величины паденія. Результаты этихъ подсчетовъ сведены въ прилагаемую здѣсь сводную таблицу, данныя которой и послужили для построенія графиковъ, изображенныхъ на рисункахъ 78—80 на стран. 190—192.

Таблица количества работъ въ шлюзахъ для

№№ черт. и кривыхъ.	НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ.	Напоръ 4,30 с.		Напоръ 3,00 с.	
		Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчная и берег. ст.	Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчная и берег. ст.
I.	**Бутовая кладка.**				
1	Верхняя голова . . куб. саж.	175,71		126,45	
2	Нижняя голова . . . „ „	425,37	423,68	272,81	269,61
3	Камера (переходн. части, дно и стѣны) . . . . куб. саж.	1630,15	1597,55	1023,63	979,38
4 и 4′	На весь шлюзъ . . . „ „	2231,23	2196,94	1422,89	1375,44
5	Объемъ бетонной кладки галлереи . . . . . . куб. саж.	181,36		164,87	
6 и 6′	Объемъ тесовой кладки „ фут.	4938		4268	
II.	**Объемъ дополнительной бутовой кладки.**				
1	Въ верхней головѣ для котлована съ одиноч. откосами. . . . . . . куб. саж.	166,00		114,97	
2 и 2′	Въ камерѣ и нижней головѣ на землистомъ грунтѣ куб. саж.	37,19		37,85	
III.	**Фундаменты для шлюзовъ на земл. грунтѣ.**				
1 и 1′	Объемъ бетона: подъ верхней головой и стѣнами камеры. . . куб. саж.	309		244,4	
	подъ нижней головой „ „	327,5		218	
2 и 2′	Желѣзо въ бетонѣ . пудовъ	16766		11898	
	Шпунтовыхъ рядовъ:				
3 и 3′	досчатыхъ 3″ подъ стѣнами камеры . . . . . пог. саж.	высотою 1,0 с. 140		137,9	
4, 5 и 5′	брусчатыхъ 6 в. подъ нижней головой . . пог. саж.	высотою 2,0 с. 56,4		51,54	
IV.	**Облицовка.**				
1 и 1′	Внутренняя поверхность водопроводной галлереи кв. саж	785,25		697,48	
2	Поверхности грубой тески (стѣны, камеры, щеки сводовъ и люки галлерей кв. саж.	997,29		699,33	
3	Наружная поверхность (расшивка швовъ) . . кв. саж.	674,06 (двѣ рѣчн. безъ бассейн.)		555,20	
		376,58 (двѣ рѣчн. со стор. басс.)		332,20 (двѣ рѣчн. со стор. басс.)	
4	Выстилка площадокъ . „ „	181,28		170,22	
5	Пороги, вертикальн. углы, кордоны . . . . . пог. саж.	576,20		515,85	
6	Шандорные пазы, входящ. углы . . . . . . пог. саж.	94,20		73,30	

судовъ 50 саж. $\times$ 7,5 саж. $\times$ $^{10}/_{4}$ арш.

Напоръ 1,90 с. (со стѣнкой паденія).		Напоръ 1,90 с. (вар. безъ ст. пад.).		Напоръ 0,75 с.	
Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчная и берег. ст.	Двѣ берег. стѣны.	Рѣчная и берег. ст.	Двѣ берег. стѣны.	Рѣчная и берег. ст.
		(съ переходн. частью)		(съ переходн. частью)	
86,75		233,93	245,19	139,08	148,73
		(съ переходн. частью)		(съ переходн. частью)	
146,31	144,95	225,09	236,23	154,56	163,63
662,77	624,73	450,10	475,84	244,44	288,84
895,83	856,43	909,12	957,26	538,08	601,20
151,65		154,96		122,80	
3701		5490		4765	
55,20					
39,58				48,60	
208		подъ стѣнами камеры 187		170,3	
150		подъ обѣими головами 333		212,6	
8736		19190		9991	
высотою 1,0 с. 137,8		102,3		103,3	
высотою 1,5 с. 47,6		подъ головами 99,0		88,3	
494,40				375,60	
535,13				374,04	
412,40				259,52	
(двѣ рѣчн. со стор. басс.)				(двѣ рѣчн.)	
206,20				129,76	
(одна рѣчная)				(одна рѣчная)	
160,88				123,36	
477,47				354,42	
57,90				82,30 (два щит. затвора)	
				53,50 (одинъ щит. затв.)	

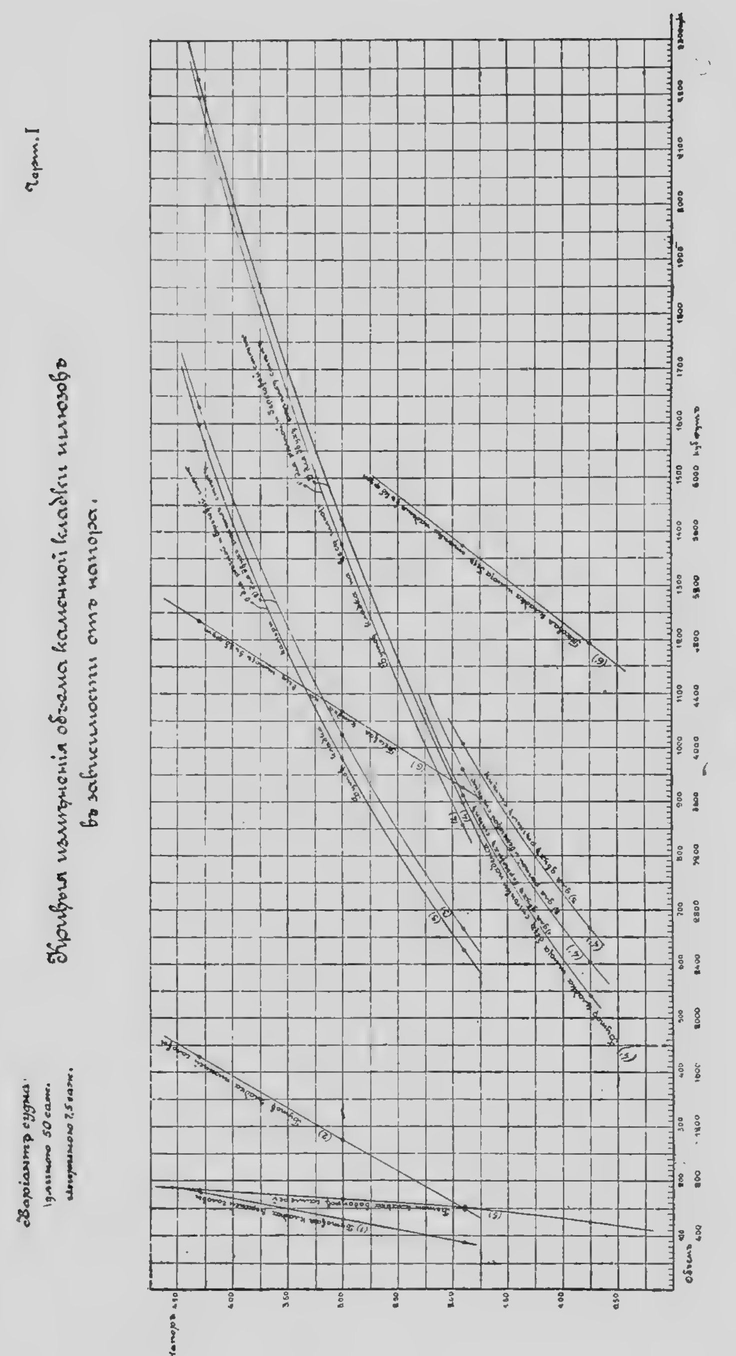

Черт. I
Кривыя измѣненія объема каменной кладки шлюзовъ
въ зависимости отъ напора.
Варіантъ судна
длиною 50 саж.
шириною 7,5 саж.
Напоръ
Объемъ

Рис. 78.

Въ виду условнаго проектированія на Камско-Иртышскомъ водномъ пути шлюзовъ съ паденіемъ меньшимъ 1,75 саж. безъ стѣнки паденія, по типовому проекту, шлюзъ паденія 0,75 саж. не

Варіантъ судна:
длина 50 с.
ширина 7,5 с.

Черт. II

Кривыя измѣненія объема дополнительной кладки шлюзовъ на землистомъ грунтѣ въ зависимости отъ напора.

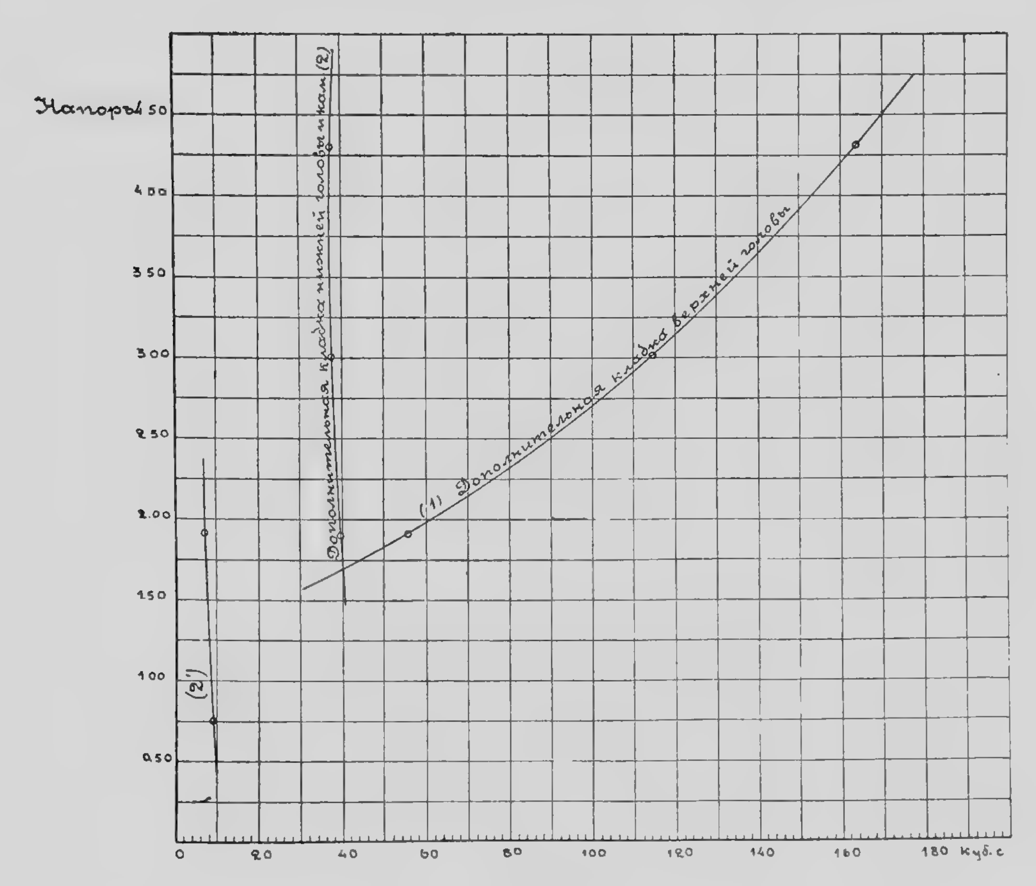


Рис. 79.

имѣетъ стѣнки паденія; для полученія второй точки на кривыхъ количества работъ былъ спроектированъ варіантъ шлюза съ паденіемъ въ 1,9 саж., также безъ стѣнки паденія. Благодаря та-

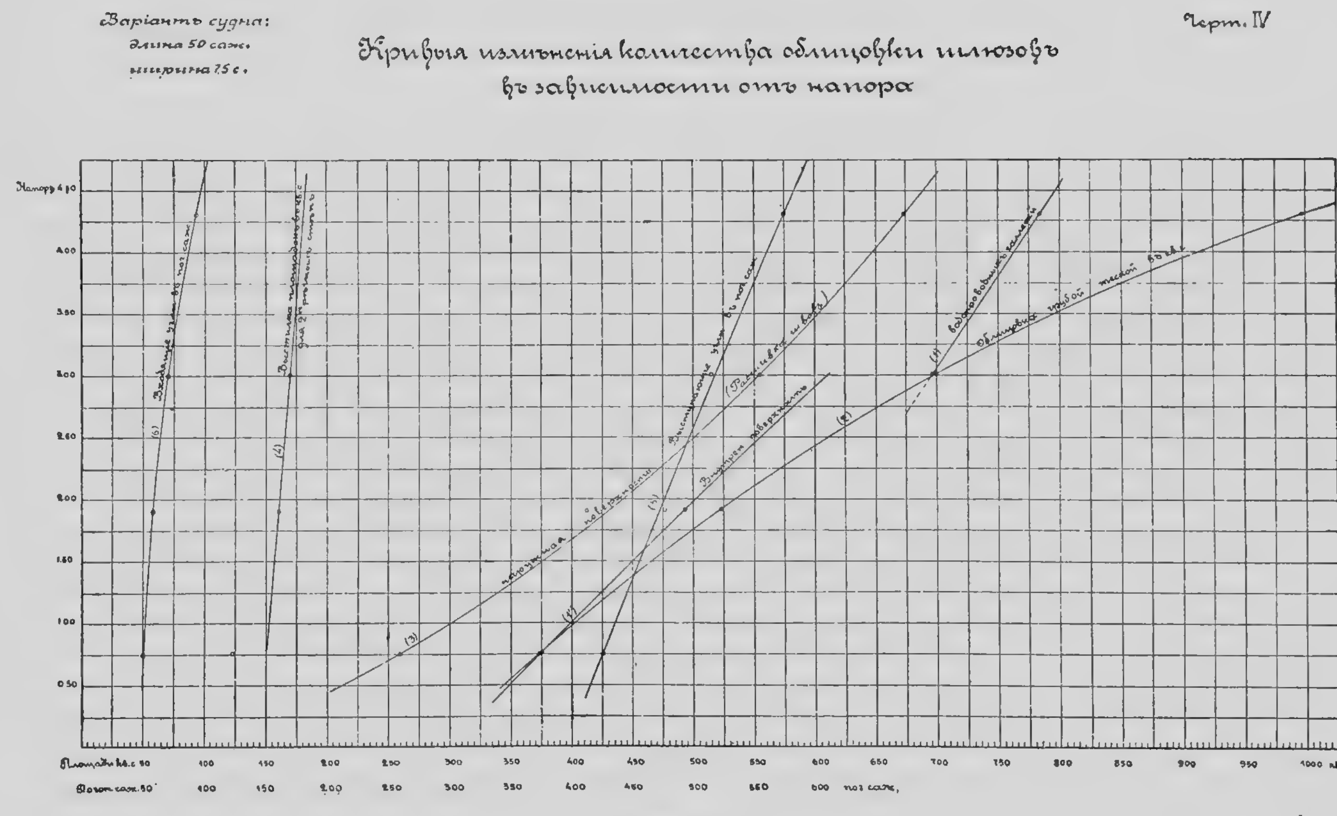

Варіантъ судна:
длина 50 саж.
ширина 7.5 с.
Черт. IV
Кривыя измѣненія количества облицовки шлюзовъ
въ зависимости отъ напора
Напоръ 4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
Площадь кв. с. 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000 кв. саж.
Погон. саж. 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 пог. саж.

Рис. 80.

кому раздѣленію всѣхъ шлюзовъ на два типа, всѣ кривыя, на характеръ которыхъ измѣненіе типа верхней головы шлюза имѣетъ большое значеніе, состоятъ изъ двухъ вѣтвей, при чемъ верхняя вѣтвь построена по тремъ точкамъ (паденія 4,30; 3,00 и 1,90) для шлюзовъ со стѣнкой паденія, а нижняя по двумъ точкамъ (паденія 0,75 и 1,90) для шлюзовъ безъ стѣнки паденія построена приближенно, примѣнительно къ характеру верхней вѣтви.

Кривыя количества бутовой кладки (см. графикъ I, рис. 78), составляющей основную часть стоимости каменнаго шлюза, построены отдѣльно для стѣнъ верхней и нижней головъ и для камеры. Изъ сравненія этихъ кривыхъ ясна была выгодность примѣненія въ верхней головѣ стѣнки паденія и воротъ, вращающихся на горизонтальной оси. Построенныя кривыя даютъ также при этомъ весь необходимый матеріалъ для внесенія въ смѣту шлюза нѣкоторыхъ измѣненій, напримѣръ, очень легко учесть вліяніе на стоимость шлюзовъ измѣненія полезной длины ихъ камеры.

На томъ же графикѣ въ отдѣльную кривую выдѣлено количество небольшой по объему, но весьма дорого стоящей тесовой кладки изъ штучныхъ камней для устройства королей и верей; эта послѣдняя работа подсчитана въ кубическихъ футахъ.

Наличіе на графикѣ I отдѣльныхъ вѣтвей кривыхъ, опредѣляющихъ количества работъ для разныхъ типовъ стѣнъ камеры шлюзовъ, рѣчныхъ и береговыхъ, понятно послѣ описанія конструкціи этихъ стѣнъ, сдѣланнаго въ главѣ V.

Изъ того же описанія и сопровождающихъ его чертежей ясно назначеніе графика II (черт. 79), опредѣляющаго измѣненіе дополнительнаго количества бутовой кладки, идущей въ случаѣ устройства шлюза въ землистыхъ грунтахъ на заполненіе пазухъ вертикальнаго свода стѣнки паденія (кривая 1) и на прибавку бутовой кладки для устройства дна въ камерѣ и нижней головѣ (кривыя 2 и 2′).

Въ виду болѣе приблизительнаго подсчета количества облицовокъ и меньшей ихъ зависимости отъ конструкціи верхней головы, облицовочныя кривыя имѣютъ одну вѣтвь, построенную точно по 4 точкамъ, или руководствуясь ими (графикъ IV, черт. 80).

Подъ облицовку грубой теской, приколомъ, считались внутреннія поверхности камеры шлюзовъ, щеки сводовъ и поверхности въ

люкахъ для затворовъ. Наружная поверхность стѣнъ шлюза для опредѣленія количества расшивки швовъ, подсчитана для всѣхъ шлюзовъ, имѣющихъ стѣны рѣчного типа, до горизонта нижняго бьефа. Подсчетъ количества облицовокъ угловъ, кордоновъ, пороговъ объединенъ въ одну общую кривую (5), имѣя въ виду, что для опредѣленія цѣны взято среднее изъ расцѣнокъ этихъ облицовокъ съ погонной сажени. То же сдѣлано для болѣе дорогихъ облицовокъ входящихъ угловъ въ люкахъ и камерѣ и шандорныхъ пазовъ, объединенныхъ въ другую группу. Выстилка площадокъ опредѣлена въ предположеніи ширины стѣны камеры по верху въ 2 сажени и имѣя въ виду, что съ двухъ сторонъ уложены кордонные ряды по 0,40 саж. шириною.

Работы по устройству основаній.

Графикъ III (черт. 81) обнимаетъ работы по сооруженію основанія шлюзовъ на землистыхъ грунтахъ, устройство которыхъ было описано въ главѣ VII. На этомъ графикѣ приведены количества бетонной кладки въ фундаментахъ подъ головными частями и стѣнами камеры, количество желѣза, закладываемаго въ бетонныя плиты головъ и протяженія шпунтовъ, ограждающихъ бетонныя плиты въ головахъ и камерѣ. Кривыя этого графика имѣютъ двѣ вѣтви: для шлюзовъ со стѣнкою паденія и — безъ стѣнки паденія, но нѣтъ раздѣленія количества бетонной кладки между головными частями и камерой, что составляетъ безусловный пробѣлъ этого графика, поэтому для пополненія данныхъ графика это раздѣленіе сдѣлано въ таблицѣ, приведенной на стр. 188—189 *).

Ко всѣмъ приведеннымъ здѣсь графикамъ необходимо сдѣлать одну общую оговорку.

Для возможности графически изобразить зависимость количества работъ отъ паденія въ шлюзѣ плавной кривой необходимо имѣть

*) Здѣсь слѣдуетъ еще разъ отмѣтить, что проектное количество желѣза въ фундаментахъ головныхъ частей шлюзовъ является безусловно преувеличеннымъ, что получилось, какъ уже указывалось выше (стр. 154), результатомъ неправильнаго предположенія о распредѣленіи реакціи грунта подъ фундаментомъ. Для сравненія представляется интереснымъ привести результаты подсчета количества работъ въ фундаментахъ шлюзовъ, спроектированныхъ для Черноморско-Балтійскаго воднаго пути. Фундаменты состоятъ изъ желѣзобетонной плиты съ двойной арматурой, положенной на подготовительный слой слабаго бетона и входящей въ тѣло бетоннаго сооруженія. По этому проекту количество работъ по устройству фундаментовъ выражается слѣдующими цифрами:

Черт. III

Кривыя измѣненія количества работы по устройству основанія шлюзовъ на земляныхъ грунтахъ.

Варіантъ судна; длина 50 саж. ширина 7.5 с.

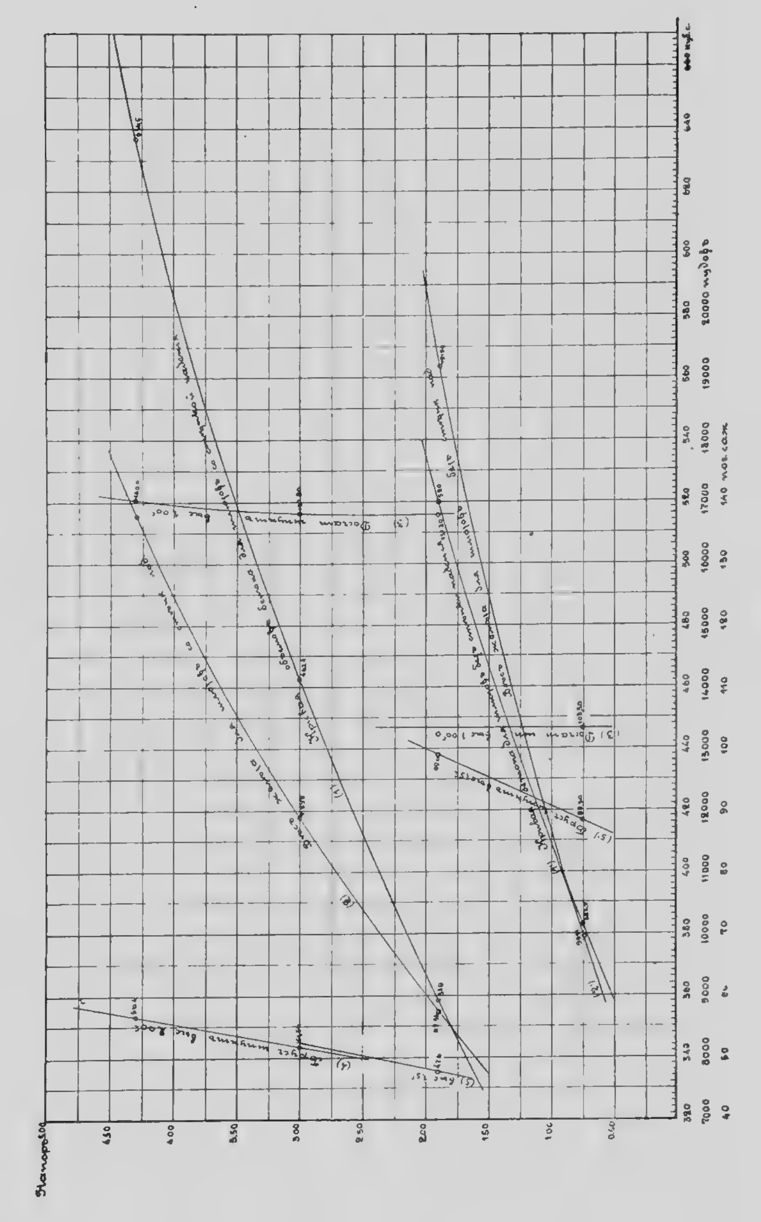


Рис. 81.

какъ полное подобіе принятыхъ способовъ разсчета, такъ и закономѣрность въ измѣненіи размѣровъ отдѣльныхъ частей проектируемыхъ шлюзовъ въ зависимости отъ величины паденія, между тѣмъ точно соблюсти второе условіе не было возможно, такъ какъ полученіе многихъ размѣровъ зависитъ не отъ разсчета, а отъ конструктивныхъ соображеній; также противорѣчитъ второму условію обыкновеніе округлять размѣры, полученные разсчетомъ, съ приданіемъ имъ запаса.

Внесеніе въ заданіе для проектированія шлюзовъ съ паденіемъ до 3,00 саж. и выше условія сбереженія въ бассейнахъ 60% воды, расходуемой на шлюзованіе, также нарушаетъ общность между проектируемыми шлюзами; послѣднее обстоятельство особенно рѣзко отражается на количествахъ работъ, зависящихъ отъ размѣровъ водопроводныхъ галлерей. Вслѣдствіе указанныхъ причинъ на предлагаемое графическое изображеніе зависимости количества работъ въ шлюзахъ отъ паденія приходится смотрѣть, какъ на приближенное.

Металлическія работы.

Подсчеты количества металлическихъ частей въ шлюзахъ произведены на основаніи проектовъ шлюзовъ и оборудованія ихъ воротами и затворами.

Предполагается, что шлюзы съ паденіемъ до 1,75 сажени и выше оборудованы верхними воротами, вращающимися на горизонтальной оси и нижними двустворчатыми воротами ригельнаго или стоечнаго типа; въ шлюзахъ меньшаго паденія верхнія ворота аналогичнаго устройства съ нижними.

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ.	Количество работъ на одну голову. Паденія въ шлюзахъ.		
	$H=2$ с.	$H=3$ с.	$H=4,5$ с.
Бетонная кладка состава 1 : 3 : 6 . . куб. с.	310,8	428,7	674
Бетонная кладка состава 1 : 2 : 4 . . „ „	163,9	212,9	274
Бетонная кладка состава 1:5:10 . . „ „	85,5	95,6	104,9
Желѣзо въ арматурѣ . . . . пуд.	4669,6	5733,8	7305,1

Подсчеты вѣса воротъ произведены, пользуясь зависимостью этого вѣса отъ паденія въ шлюзѣ и на основаніи кривыхъ, указывающихъ выгодность примѣненія того или иного типа. Кривыя и выводы этихъ зависимостей приведены въ проектахъ воротъ для шлюзовъ 4 паденій, составленныхъ инженеромъ П. Н. Пушечниковымъ, откуда они и заимствованы для рисунка 31 на стр. 62. Вѣса отдѣльныхъ матеріаловъ подсчитаны на основаніи слѣдующихъ нормъ, обоснованныхъ соотвѣтствующими подсчетами въ проектѣ типовыхъ воротъ:

Ригельныя ворота	— чугунъ	6%	; сталь	6%	отъ вѣса полотнища.
Стоечныя	»	»	5,8%	»	6,3%	» »

Затворы въ водопроводныхъ галлереяхъ проектируются двухъ типовъ—цилиндрическіе и щитовые, при чемъ въ шлюзахъ со стѣнкой паденія до величины паденія 1,75 саж. на верхней головѣ проектируется 2 цилиндрическихъ, а на нижней 2 щитовыхъ, а въ малыхъ шлюзахъ всѣ 4 щитовые. Для затворовъ имѣется типовой проектъ, подсчетъ вѣса затвора для трехъ размѣровъ и формулы зависимости вѣса затворовъ отъ измѣненія данныхъ, характеризующихъ размѣры затворовъ. Вѣса цилиндрическихъ затворовъ подсчитаны на основаніи слѣдующихъ формулъ, заимствованныхъ изъ проекта цилиндрическихъ затворовъ:

$$lg\ Z_1 = 2{,}471938 + 0{,}949445\ lgx + 1{,}000673\ lgy$$
$$lg\ Z_2 = 2{,}605749 + 1{,}21754\ lgx + 0{,}497642\ lgy$$

гдѣ Z_1 — вѣсъ цилиндра съ дополнительными частями въ клгр.
Z_2 — вѣсъ колоннъ и площадокъ въ клгр.
x — діаметръ цилиндра въ метрахъ,
$y = 2{,}13 \times (h - 0{,}20)$—высота цилиндра въ метрахъ,
h — глубина воды на верхнемъ королѣ въ саженяхъ.

Въ проектѣ цилиндрическихъ затворовъ (см. рис. 32 и 33) предусмотрѣно устройство колоннъ, поддерживающихъ площадку затвора, между тѣмъ оно потребуется только для затворовъ, устраиваемыхъ въ сберегательныхъ бассейнахъ, поэтому для затворовъ въ верхней головѣ ихъ вѣсъ принятъ равнымъ 0,738 Z_2 по соображенію съ подсчетами вѣсовъ типовыхъ затворовъ. На основа-

нія тѣхъ же подсчетовъ вѣсъ чугуна въ противовѣсахъ принять равнымъ 60,1% отъ вѣса цилиндра съ дополнительными частями (Z_1).

Вѣсъ затворовъ щитовыхъ на каткахъ подсчитанъ по формулѣ:

$$Z = \frac{860,34 \times x \times y}{x + 1,26\ y - 3,13}$$

гдѣ Z—вѣсъ затвора въ клгр.

x—паденіе въ шлюзѣ въ метр.

y—площадь щита, закрывающаго отверстіе галлереи въ кв. метр., которая равняется 1,2 — 1,3 площади водопроводныхъ галлерей (первое значеніе для сѣченій прямоугольнаго вида, второе—яйцевиднаго типа).

Вѣса различныхъ матеріаловъ подсчитаны на основаніи слѣдующихъ данныхъ, полученныхъ изъ проекта типовыхъ затворовъ:

Вѣсъ желѣзныхъ частей	64%.
Вѣсъ чугунныхъ частей, включая противовѣсъ	104 %.
Вѣсъ мѣдныхъ частей	4,9%.
Вѣсъ деревянныхъ частей	1,8%.

При подсчетахъ количества матеріаловъ въ воротахъ и затворахъ не имѣлось въ виду оборудованіе ихъ механизмами для подъема (лебедки, моторы, проводка тока и т. п.), стоимость котораго была введена въ смѣту примѣрною суммою 70.000 руб. на шлюзъ, считая здѣсь также оборудованіе механизмами для ввода и вывода судовъ и устройство освѣщенія *).

Свайныя работы. Количество шпунтовыхъ линій досчатыхъ и брусчатыхъ уже вошло въ графикъ работъ по устройству фундаментовъ шлюзовъ, расположенныхъ на землистыхъ грунтахъ (черт. 81).

*) Къ моменту составленія смѣты на сооруженіе Камско-Иртышскаго пути, описанный въ главѣ V проектъ механическаго оборудованія шлюзовъ еще не былъ готовъ и сумма 70.000 руб. была заимствована изъ предварительнаго проекта шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ.

Позднѣйшій подсчетъ стоимости механическаго оборудованія шлюзовъ, сдѣланный на основаніи проекта инженера Графтіо, далъ сумму, не превышающую 45.000 рублей въ среднемъ на шлюзъ.

Число свай подъ фундаменты шлюзовъ на слабыхъ грунтахъ опредѣлилось на основаніи разсчетовъ, приведенныхъ въ главѣ VII при описаніи устройства шлюзныхъ фундаментовъ цыфрами нижеслѣдующей таблички:

Д а н н ы я.	Паденіе въ шлюзѣ.	
	H=0,75 с.	H=1,90 с.
Длина камеры, саж.	49,50	49,50
Длина верхней головы, саж. . . .	9,15	11,00
Длина нижней головы, саж. . . .	9,25	11,00
Число свай на 1 пог. мтр. камеры, шт.	3	6
Число свай на 1 пог. мтр. головной части, шт.	24	32

На основаніи этихъ данныхъ, число свай на весь шлюзъ опредѣлится слѣдующими формулами:

при $H = 1{,}75$ саж. $[3 \times 49{,}5 \times 2 + 24 \times (9{,}15 + 9{,}25)] \times \times 2{,}13 = 1.573$ сваи

» $H = 1{,}90$ » $6 \times 49{,}5 \times 2 + 32 \times (11{,}00 + 11{,}00) \times \times 2{,}13 = 2.764$ сваи

Для шлюзовъ, имѣющихъ паденіе, заключенное между этими предѣлами, число свай опредѣлено по интерполяціи въ предположеніи, что существуетъ прямая пропорціональность между величиною паденія и числомъ свай.

Размѣры свай уже были указаны выше.

Разныя работы.

Подсчетъ мелкихъ работъ по оборудованію шлюзовъ причальными и ремонтными приспособленіями произведенъ схематично, исходя изъ цѣлей предварительнаго проекта.

Протяженіе желѣзныхъ стремянокъ исчислено въ погонныхъ саженяхъ на основаніи типовыхъ чертежей шлюзовъ, описанныхъ въ главѣ V по нижеслѣдующимъ формуламъ.

Для шлюзовъ со стѣнкою паденія:

$$L = 2\times(0{,}40+h+0{,}40)+2\times(0{,}40+H+1{,}2)+2\times(0{,}40+H)+ + 2\times(0{,}40+H+1{,}2+0{,}25)=[9{,}30+6\ H+2h] \text{ саж.}$$

Для шлюзовъ безъ стѣнки паденія:

$$L'=4\times(0{,}40+H+1{,}2+0{,}25)+2\times(0{,}40+H+1{,}2)+2\times \times(0{,}40+H)=[11{,}40+8\ H] \text{ саж.},$$

гдѣ L — протяженіе стремянокъ въ пог. саж.

H — паденіе въ шлюзѣ въ саж.

h — глубина воды на верхнемъ королѣ въ саж.

Число причальныхъ тумбъ постоянно для всѣхъ шлюзовъ и принято равнымъ восьми.

Число рымовъ было принято на шлюзъ съ паденіемъ въ 3,00 саж. и болѣе — 30 штукъ, а для меньшихъ паденій — 20 штукъ.

Перемычки для постройки шлюза и устройства укрѣпленій на выходахъ въ рѣку подходныхъ каналовъ подсчитаны особо для каждаго шлюза.

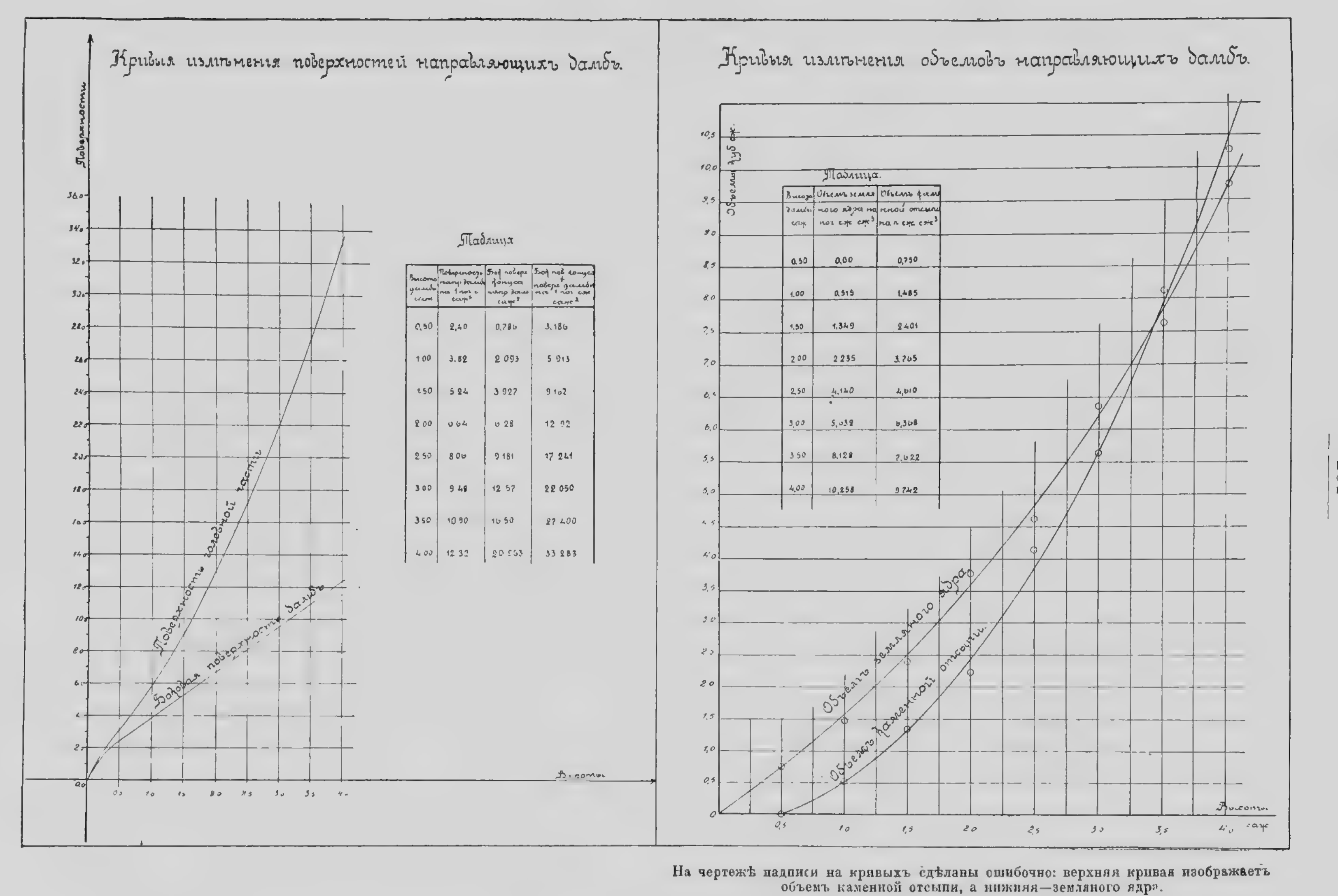
Шандорныя загражденія въ галлереяхъ и головахъ шлюза подсчитывались въ квадратныхъ саженяхъ площади закрываемаго ими отверстія. Сообразно этому подсчету были составлены и расцѣнки.

Для подсчета работъ по устройству направляющихъ дамбъ были построены графики измѣненія количества этихъ работъ въ зависимости отъ измѣненія высоты дамбъ, на основаніи типового чертежа, приведеннаго въ главѣ III (рис. 20 на стр. 41) и подсчетовъ работъ по устройству дамбъ различныхъ высотъ. Эти графики понятны изъ разсмотрѣнія чертежей на рис. 82.

Для выясненія стоимости эстакадъ деревянныхъ и металлическихъ, проектированныхъ изъ старыхъ рельсовъ, описанныхъ въ III главѣ, была построена на основаніи соотвѣтствующихъ подсчетовъ кривая измѣненія стоимости этихъ сооруженій въ зависимости отъ ихъ типа и высоты (рис. 83) *).

---

*) При разсмотрѣніи проекта въ Техническомъ Бюро была произведена повѣрка подсчетовъ количества работъ въ типовыхъ шлюзахъ, на основаніи которой было сдѣлано общее замѣчаніе, что небольшія ошибки, обнаруженныя въ отдѣльныхъ случаяхъ, были незначительны и не могли оказать существеннаго вліянія при опредѣленіи стоимости шлюзовъ.



Таблица

Высота дамбъ саж.	Поверхность напр. дамбъ на 1 пог. саж. саж²	Бок. поверх. конуса напр. дамбъ саж²	Бок. пов. конуса + поверх. дамбъ на 1 пог. саж. саж²
0,50	2,40	0,786	3,186
1 00	3,82	2 093	5 913
1 50	5 24	3 927	9 162
2 00	6 64	6 28	12 92
2 50	8 06	9 181	17 241
3 00	9 48	12 57	22 050
3 50	10 90	16 50	27 400
4 00	12 32	20 963	33 283

Таблица.

Высота дамбъ саж.	Объемъ земляного ядра на пог. саж. саж³	Объемъ каменной отсыпи на п. саж. саж³
0,50	0,00	0,750
1,00	0,515	1,485
1,50	1,349	2,401
2 00	2 235	3,765
2,50	4,140	4,610
3,00	5,032	6,308
3 50	8,128	7,622
4,00	10,258	9 742

На чертежѣ надписи на кривыхъ сдѣланы ошибочно: верхняя кривая изображаетъ объемъ каменной отсыпи, а нижняя—земляного ядра.

Рис. 82.

Кривыя измѣненія количества работъ въ направляющихъ дамбахъ въ зависимости отъ высоты ихъ.

…вия стоимости эстакадъ деревянныхъ и металлическихъ дл. по 50,00 саж. для различныхъ высотъ.

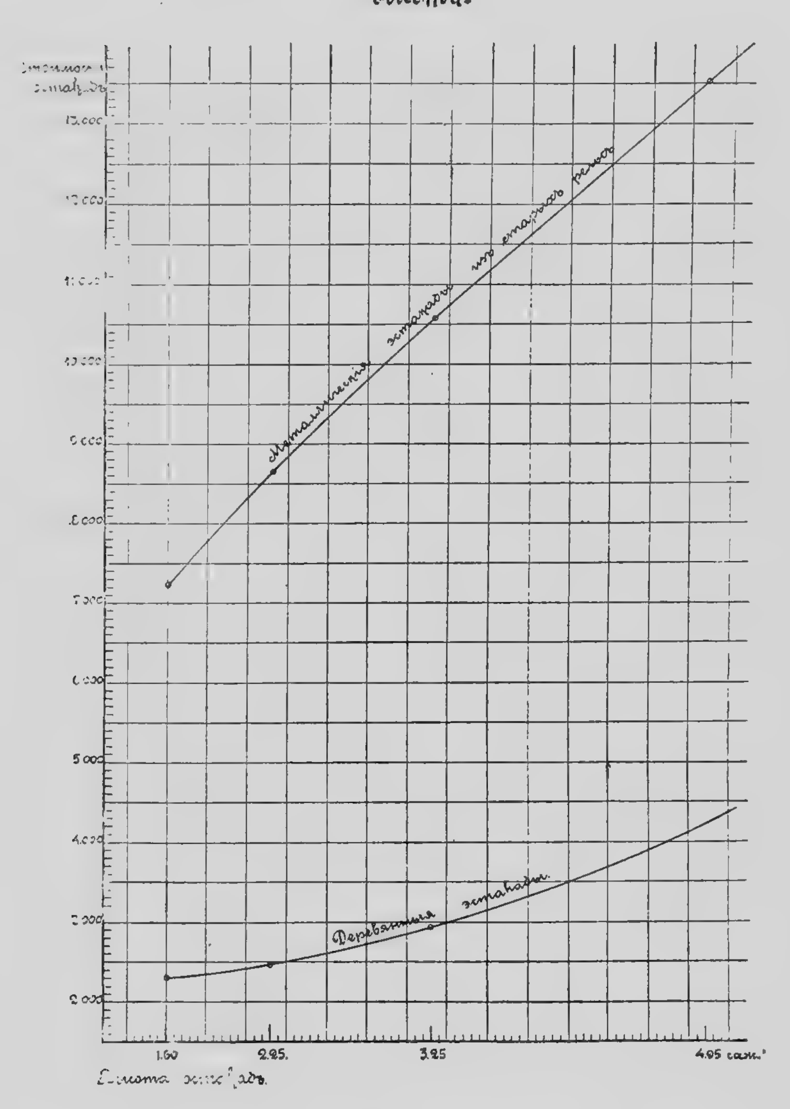


Рис. 83.

Подсчетъ работъ въ отдѣльныхъ сооруженіяхъ.

Весь путь для проектированія былъ разбитъ на участки; для каждаго участка составлялась по приводимому ниже образцу вѣдомость шлюзовъ, въ которую вносились свѣдѣнія, необходимыя для подсчета работъ по типовымъ даннымъ.

Вѣдомость шлюзовъ.

№№	Версты отъ устья Чусовой.		Величина паденія саж.	Группа паденія.	Отмѣтки относ. уровня Балт. м. въ саж.					Глубина воды на в. королѣ.	Длина шлюза между откосп. крыльями.	Грунтъ подошвы основанія.	Примѣчанія.
	по рѣкѣ.	по трассѣ.			бьефовъ.	гор. высок. водъ.	в. корол.	п. корол.	площадки.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Земляныя работы. Матеріалами для подсчета земляныхъ работъ въ котлованахъ служили продольные и поперечные профиля, по одному для каждаго шлюза. На эти профиля нанесены разрѣзы котлованов и по нимъ опредѣлены глубины выемки съ раздѣленіемъ грунтовъ на двѣ категоріи: скалистые (относя къ этой категоріи и разборную скалу и разрабатываемую помощью взрыва) и землистые, считая въ этой категоріи всѣ остальные грунты, разрабатываемые лопатой, киркой и ломомъ. Среднія глубины выемки, полученныя по продольнымъ профилямъ, приходится нѣсколько увеличивать, принимая во вниманіе поперечный уклонъ мѣстности, такъ какъ большинство шлюзовъ системы располагаются на косогорѣ берега, вслѣдствіе чего ошибка въ сторону преуменьшенія количества работъ могла достичь значительнаго размѣра. Матеріаломъ для повышенія рабочей отмѣтки осевого продольнаго профиля служили поперечные профиля черезъ камеру шлюза, построенные по одному для каждаго шлюза.

Таблица для подсчета земляныхъ работъ по формулѣ и графикамъ, упомянутымъ выше при описаніи типовыхъ подсчетовъ, имѣла слѣдующее раздѣленіе на графы.

Вѣдомость земляныхъ работъ въ котлованахъ шлюзовъ.

№№ сооруженій.	Группа.	Паденіе въ саж.	Площадь по дну котлована B.	Площадь поверху грунтовъ.		Среднія глубины выемки въ				Объемы выемки въ грунтахъ.		Выемка подъ бетонн. основан. въ землистомъ грунтѣ.	Всего выемки въ землистыхъ грунтахъ.	Примѣчанія.
				Землянистаго $b_{зм.}$	Скалистаго $b_{ск.}$	землѣ $h_з$.	скалѣ $h_{ск.}$	$\sqrt{b_{ск} \times b_{зм.}}$	$\sqrt{B \times b_{ск.}}$	Землистомъ.	Скалистомъ.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Въ виду расположенія почти всѣхъ шлюзовъ на косогорѣ берега, пришлось проектировать нагорныя канавы, чтобы отвести (обычно въ нижній бьефъ) воду, стекающую по этимъ косогорамъ къ шлюзу и подходному каналу. Эти канавы проектировались схематично, пользуясь имѣющимися планами въ горизонталяхъ въ масштабѣ 50 саж. въ 0,01 саж.; на основаніи отмѣтокъ этихъ плановъ подсчитаны работы по выемкѣ и замощенію одиночною мостовою на мху дна и откосовъ канавъ.

Каменныя работы.

При подсчетѣ количества каменныхъ работъ въ шлюзахъ большихъ паденій предполагалось устройство обѣихъ стѣнъ камеры по рѣчному типу съ площадками на сводахъ, имѣя въ виду возможность устройства у этихъ шлюзовъ сберегательныхъ бассейновъ.

Весь подсчетъ былъ произведенъ помощью графиковъ и велся въ вѣдомости, имѣвшей слѣдующую форму:

Вѣдомость каменныхъ работъ въ шлюзахъ.

№№ шлюзовъ.	Паденіе въ саж.	Бутовая кладка.				Бетонъ.		Тесовая кладка изъ штучныхъ камней (короли и верейльныя выкружки).	Облицовки.						Примѣчанія.
		На весь шлюзъ.	Дополнит. подъ верхнюю голову.	Дополнит. для землистаго грунта въ основаніи.	Всего.	Въ водопроводныхъ галлереяхъ состава 1:2:4.	Въ фундаментахъ подъ шлюзы на землистыхъ грунтахъ.		Грубой тески съ расшивкой (стѣны камеры, щеки свод., люки затв.)	Расшивка швовъ на наружной поверхности стѣнъ.	Выстилка площадокъ лещадной плитой.	Вертикальные углы, пороги, кордоны, ступени лѣстницъ.	Входящіе вертикальные углы и шандорные пазы.	Водопроводныя галлереи.	
		сж.^{3}.	сж.^{3}.	сж.^{3}.	сж.^{3}.	сж.^{3}.	сж.^{3}.	фут.^{3}.	сж.^{2}.	сж.^{2}.	сж.^{2}.	пог. с.	пог. с.	сж.^{2}.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Металлическія работы.

Въ рубрику металлическихъ работъ вошло устройство воротъ, затворовъ, причальныхъ приспособленій и арматуры въ желѣзобетонныхъ плитахъ головныхъ частей.

Металлическія работы подсчитывались по роду матеріаловъ, отдѣльно для каждаго, въ вѣдомости, имѣвшей слѣдующій видъ:

Вѣдомость металлическихъ работъ въ шлюзахъ.

№№ сооруженій.	Паденіе въ саж.	Желѣзо въ пудахъ.							Мѣдь въ пудахъ Щитовые затворы.	Чугунъ въ пудахъ.						Сталь въ пудахъ.			Примѣчанія.
		Ворота.		Затворы.						Ворота.		Затворы.				Ворота.			
		Верхнія.	Нижнія.	Цилиндрическіе.	Щитовые.	Стремянки и рымы.	Всего.	Арматура въ плитѣ.		Верхнія.	Нижнія.	Цилиндрическіе.	Щитовые.	Тумбы и рымы.	Всего.	Верхнія.	Нижнія.	Всего.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Направляющія дамбы и эстакады.

Работы по устройству подходныхъ каналовъ и ихъ укрѣпленіямъ подсчитывались для каждаго отдѣльнаго случая при помощи построенія ряда поперечныхъ профилей.

Типовой характеръ носили лишь подсчеты для выясненія стоимости направляющихъ эстакадъ и дамбъ, при чемъ для первыхъ, пользуясь графикомъ измѣненія стоимости различныхъ типовъ эстакадъ въ зависимости отъ ихъ высоты, подсчитывались непосредственно стоимости этихъ сооруженій, во вторыхъ же велся подсчетъ отдѣльныхъ работъ.

Количества земляной засыпки, каменной отсыпи и облицовки наружной поверхности въ направляющихъ дамбахъ вычислены по среднимъ высотамъ, опредѣленнымъ по горизонталямъ мѣстности, на которой расположены дамбы, при чемъ въ поперечномъ направленіи поверхность земли предполагалась горизонтальной, пользуясь

вышеприведеннымъ графикомъ зависимости объема тѣла дамбъ отъ измѣненія ихъ высоты. Умноженіемъ среднихъ объемовъ на соотвѣтствующія длины дамбъ получены количества земляныхъ работъ въ каждой изъ дамбъ. Подсчетъ производился по нижеслѣдующему образцу:

Вѣдомость количества работъ въ дамбахъ.

№№ сооруженій.	Средняя высота дамбы саж.	Объемъ земляного ядра на 1 пог. саж. въ саж.^{3}.	Объемъ каменной отсыпи на 1 пог. саж.	Поверхность дамбы, подлежащая отдѣлкѣ камнемъ въ сухую на 1 пог саж. въ саж.^{2}.	Длина дамбы по осевой линіи.	Количество работъ по сооруженіямъ.				Примѣчанія.
						Объемъ земляныхъ работъ саж.^{3}.	Объемъ каменной отсыпи саж.^{3}.	Поверхность, подлежащая отдѣлкѣ камнемъ въ сухую саж.^{2}.	Поверхность конуса. Кладка верхняго слоя на цементѣ.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Глава X.

Эскизы шлюзовъ для пропуска судовъ малыхъ размѣровъ (40×6,3 саж. и 30×4,8 саж.).

Методъ проектированія.

Такъ какъ весь проектъ Камско-Иртышскаго воднаго пути составлялся въ трехъ варіантахъ: для пропуска судовъ размѣрами: 1) длина 50 саж., ширина 7,5 саж.; 2) длина 40 саж., ширина 6,3 саж. и 3) длина 30 саж., ширина 4,8 саж. то необходимо было дать матеріалъ для подсчета работъ въ шлюзахъ, обслуживающихъ также и эти малыя суда.

Эта работа была выполнена эскизно, такъ какъ ни время, бывшее въ распоряженіи составителя проекта, ни цѣль самой работы—дать соображенія о стоимости пути для пропуска судовъ меньшаго размѣра, чѣмъ указанные въ заданіи, какъ основные,—не позволяли вести проектированіе этихъ шлюзовъ подробно. Типы шлюзовъ для малыхъ судовъ были спроектированы по образцу шлюзовъ для основного варіанта.

Основные размѣры.

Основные размѣры шлюзовъ для малыхъ судовъ видны изъ прилагаемыхъ здѣсь чертежей съ ихъ планами (черт. 84).

Разсчеты, которые пришлось сдѣлать и для этихъ варіантныхъ шлюзовъ, заключались въ опредѣленіи размѣровъ упорныхъ стѣнъ нижнихъ головъ, такъ какъ эти размѣры находятся въ большой зависимости отъ ширины шлюзовъ, и въ опредѣленіи размѣровъ водопроводныхъ галлерей. При разсчетѣ нижнихъ головъ вычислялись только длины упорныхъ стѣнъ, а ширины ихъ были взяты изъ основного варіанта шлюзовъ для большемѣрныхъ судовъ.

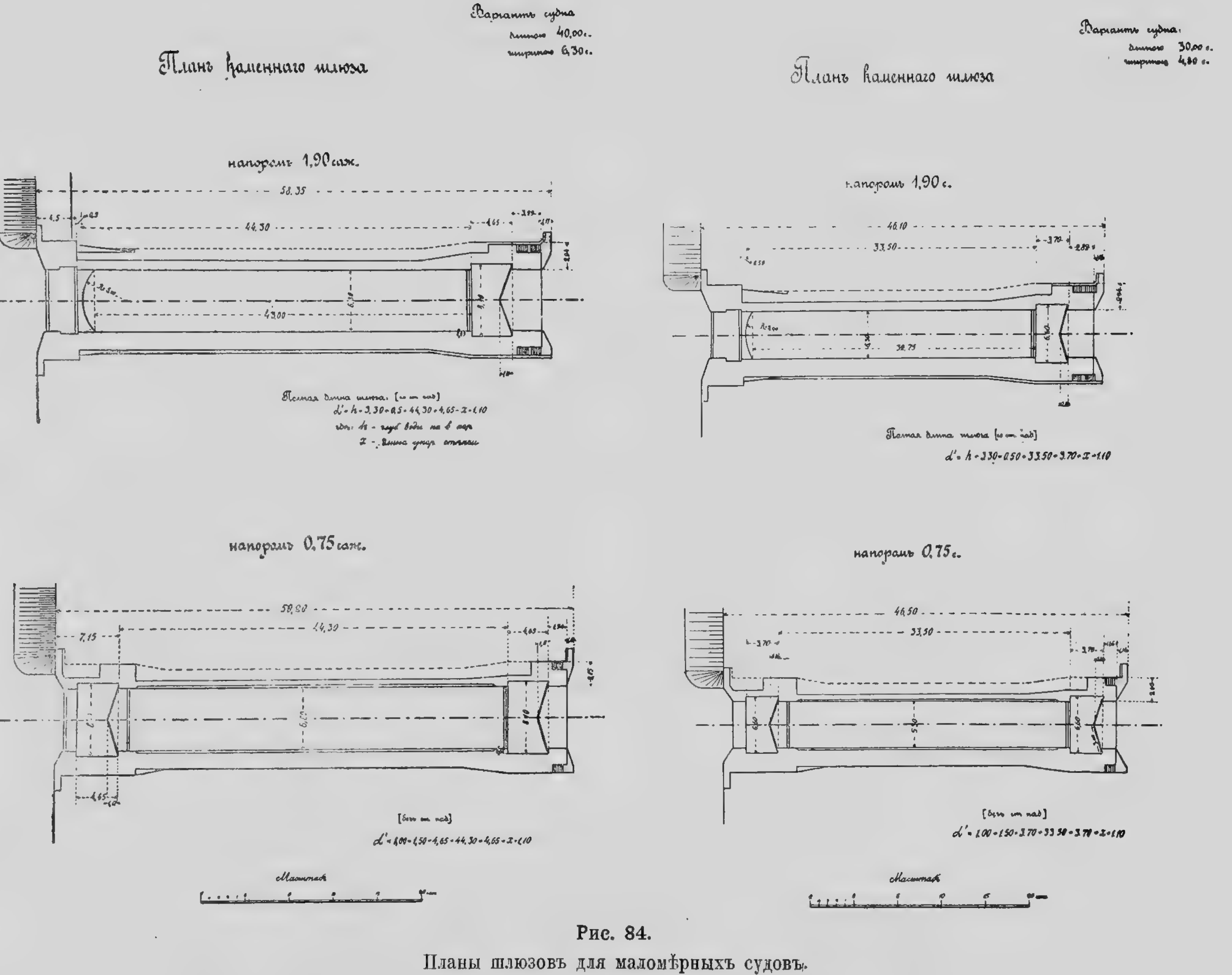


Рис. 84.
Планы шлюзовъ для маломѣрныхъ судовъ.

Разсчеты.

Результаты этихъ разсчетовъ сведены въ слѣдующую таблицу, куда внесены для сравненія также длины, полученныя въ основномъ варіантѣ.

Таблица размѣровъ упорныхъ стѣнъ.

Типъ судна.	Ширина камеры шлюза, саж.	Длина упорной стѣны нижней головы, въ саж.				
		Паденіе въ шлюзѣ.				
		4,30	3,00	1,90		0,75
				Прямоуг. очерт.	Трапец. очерт.	
I	8	5,60	4,95	4,30	3,95	2,15
II	6,8	4,90	4,45	3,95	3,50	1,95
III	5,3	4,25	3,80	3,25	3,00	1,65

Подобно тому, какъ въ основномъ варіантѣ было принято время наполненія общее для всѣхъ шлюзовъ въ 460 сек., такъ для малыхъ шлюзовъ за такое общее время наполненія было принято 360 секундъ, считая, что для меньшихъ судовъ возможно допустить безопасно нѣсколько большую скорость ихъ вертикальнаго подъема при шлюзованіи. Для максимальнаго паденія эта скорость въ среднемъ достигаетъ около 0,02 саж. въ сек.

Такъ какъ малые шлюзы являются полной копіей шлюзовъ основного варіанта для большихъ судовъ, то и въ нихъ не удалось выдержать одинаковаго времени наполненія камеры всѣхъ шлюзовъ и для шлюзовъ съ паденіемъ 1,90 и 0,75 саж. оно нѣсколько менѣе 360 секундъ.

Результаты опредѣленія размѣровъ водопроводовъ сведены въ слѣдующую таблицу:

Таблица размѣровъ водопроводовъ.

Типъ судна.	Ширина камеры, саж.	Время наполненія камеры, сек.	Объемъ сливной призмы, куб. саж.				Площадь сѣченія водопроводовъ, кв. саж.			
			Паденіе въ шлюзѣ, саж.							
			4,3	3,0	1,9	0,75	4,3	3,0	1,9	0,75
I	8	460	2.000	1.389	883	364	3,64	3,05	1,92	1,14
II	6,8	360	1.418	991	630	261	2,08	1,74	1,40	0,92
III	5,3	360	845	591	376	156	1,34	1,14	0,83	0,55

Размѣры камерныхъ стѣнъ, фундаментовъ и головъ не были перепроектированы, а взяты цѣликомъ изъ основного проекта, что, конечно, нѣсколько удорожило малые шлюзы, но нельзя сказать, чтобы перепроектировка всѣхъ частей этихъ шлюзовъ могла бы значительно ихъ удешевить.

Оборудованіе воротами и затворами.

Проекты воротъ для всѣхъ трехъ варіантовъ были составлены съ одинаковою полнотою, такъ какъ для того, чтобы перейти къ исчисленію вѣса воротъ для меньшихъ ширинъ камеры, въ распоряженіи составителя проекта не было никакихъ матеріаловъ.

Результаты этого проектированія нанесены на графикъ, приложенный къ главѣ V (рис. 31, стр. 62).

Затворы не были перепроектированы, а заимствовались изъ основного проекта, при чемъ ихъ вѣса были подсчитаны по вышеприведеннымъ формуламъ, руководствуясь указанными въ таблицѣ размѣрами водопроводныхъ галлерей.

Подсчетъ количества работъ.

Количества работъ по сооруженію этихъ шлюзовъ получены помощью соотвѣтствующихъ вычетовъ изъ аналогичныхъ частей шлюзовъ основного варіанта, принимая во вниманіе укороченіе полезной длины камеры и упорныхъ стѣнъ, а также сокращеніе ширины шлюзовъ.

Таблица количества работъ

№№ черт. и кривыхъ.	НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ.	Напоръ 4,30 с.	
		Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.
I.	**Бутовая кладка.**		
1 и 1′	На весь шлюзъ . . . . въ куб. с.	2065,06	2038,96
2	Бетонная кладка галлерей . . . . . „ „ „	118,70	
3 и 3′	Объемъ тесовой кладки . . . . . . „ „ фут.	4662	
II.	**Объемъ дополнительной бутовой кладки.**		
1	Въ верхней головѣ для котлована съ одиночными откосами . . . . . . въ куб. с.	154,18	
2 и 2′	Въ камерѣ и нижней головѣ на землистомъ грунтѣ . . . . „ „ „	24,98	
III.	**Фундаменты для шлюзовъ на землистыхъ грунтахъ.**		
1	Объемъ бетона . . . . въ куб. с.	548,86	
IIIa 1 и 1′	Желѣзо въ бетонѣ . . . . пудовъ.	13700	
2 и 2′	Шпунтовыхъ рядовъ . . . . погон. с.	высотою 1 саж. 120,20	
3 и 3′		высотою 2 саж. 51,60	
IV.	**Облицовка.**		
1	Поверхности грубой тески (стѣны камеры, щеки сводовъ и люки галлерей) . . . . кв. с.	877,49	
2	Наружная поверхность (расшивка швовъ) . „ „	583,56	
3	Выстилка площадокъ . . . . „ „	156,92	
4	Пороги, вертикальн. углы, кордоны . . . пог. с.	530,80	
5	Шандорные пазы, входящіе углы . . . . „ „	94,20	

въ шлюзахъ для судна 40 × 6,3 × $^{10}/_{4}$ арш.

Напоръ 3,00 с.		Напоръ 1,90 с. (со стѣнкой паденія).		Напоръ 1,90 с. (безъ ст. пад.).		Напоръ 0,75 с.	
Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.	Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.	Двѣ берег. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.	Двѣ берег. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.
1344,01	1305,06	726,47	693,03	757,68	793,81	436,49	492,24
117,60		111,10		116,90		95,80	
3992		3425		5218		4493	
109,05		54,42		—		—	
25,21		26,92		— 4,60		— 1,40	
387,80		297,17		443,15		322,27	
9520		6500		15670		7950	
118,10		высотою 1 с. 118,00		84,90		85,90	
46,82		высотою 1,5 с. 42,28		90,50		79,88	
606,73		463,33		463,03		325,14	
486,80		365,20		—		235,82	
146,11		136,28		135,92		132,25	
470,85		431,67		431,07		308,42	
73,30		57,90		—		82,30 (два щит. затвора).	
						53,50 (одинъ щит. затв.).	

Таблица количества работъ

№№ черт. и кривыхъ.	НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ.	Напоръ 4,30 с.	
		Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.
I.	**Бутовая кладка.**		
1а и 1б	На весь шлюзъ . . . . въ куб. с.	1642,01	1623,76
2а	Бетонная кладка галлерей . . . . . „ „ „	76,40	
3а и 3б	Тесовая кладка . . . . „ „ фут.	4317	
II.	**Объемъ дополнительной бутовой кладки.**		
1а	Въ верхней головѣ для котлована съ одиночными откосами . . . . . . въ куб. с.	141,44	
2а и 2б	Въ камерѣ и нижней головѣ на землистомъ грунтѣ . . . . „ „ „	13,10	
III.	**Фундаменты для шлюзовъ на землистыхъ грунтахъ.**		
1′	Объемъ бетона . . . . въ куб. с.	417,80	
IIIа 1а 1б	Желѣзо въ бетонѣ . . . . пудовъ.	9760	
2а и 2б	Шпунтовыхъ рядовъ . . . . погонн. с.	высотою 1 саж. 95,60	
		высотою 2 саж. 45,32	
IV.	**Облицовка.**		
1	Поверхности грубой тески (стѣны камеры, щеки сводовъ и люки галлерей) . . . кв. с.	730,59	
2	Наружная поверхность (расшивка швовъ) . „ „	461,56	
3	Выстилка площадокъ . . . . „ „	126,98	
4	Пороги, вертикальн. углы, кордоны . . пог. с.	475,00	
5	Шандорные пазы, входящіе углы . . . . „ „	94,20	

въ шлюзахъ для судна 30 × 4,8 саж. × 10/4 арш.

Напоръ 3,00 с.		Напоръ 1,90 с. (со стѣнкой паденія).		Напоръ 1,90 с. (безъ ст. пад.).		Напоръ 0,75 с.	
Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.	Двѣ рѣчн. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.	Двѣ берег. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.	Двѣ берег. стѣны.	Рѣчн. и берег. ст.
1059,07	1028,56	511,25	492,37	563,48	592,30	321,70	367,16
76,00		68,40		70,90		58,20	
3647		3080		4878		4153	
101,66		48,93		—		—	
13,08		14,10		— 8,37		— 9,60	
297,30		228,70		349,96		252,26	
6640		4540		11310		5680	
93,50		высотою 1 саж. 93,40		63,30		64,30	
40,62		высотою 1,5 с. 36,24		79,26		69,52	
491,33		377,63		372,03		261,74	
401,40		308,90		—		205,92	
115,92		106,88		103,48		108,60	
414,65		376,67		371,07		250,42	
73,30		57,90		—		82,30 (два щитов. затв.).	
						53,50 (одинъ щит. затв.).	

Полученный такимъ образомъ матеріалъ былъ обработанъ въ видѣ графиковъ, совершенно подобныхъ тѣмъ, которые были приведены въ предыдущей главѣ для основного варіанта. Графиковъ этихъ здѣсь не приводимъ, а ограничиваемся лишь таблицами съ данными для построенія графиковъ *).

При проектированіи шлюзовъ разныхъ паденій и для малыхъ судовъ также были приняты во вниманіе особенности грунтовыхъ условій, въ которыхъ придется осуществлять эти проекты, поэтому всѣ шлюзы имѣютъ два варіанта проекта основанія: для скалы и для землистыхъ грунтовъ.

Для подсчета количества земляныхъ работъ былъ примѣненъ тотъ же методъ, что и въ шлюзахъ основного варіанта, и потому его описаніе здѣсь не приводится. На графикѣ измѣненія площадей котловановъ (рис. 76) въ зависимости отъ глубины выемки, приведенномъ въ X главѣ, нанесены также кривыя и для шлюзовъ малыхъ размѣровъ.

---

*) Техническое Бюро при сравненіи варіантовъ проекта остановилось на варіантѣ, разсчитанномъ на плаваніе по проектированному пути большемѣрныхъ судовъ (50 × 7,5 саж.). Если принять стоимость устройства пути по этому варіанту за 100%, то стоимость остальныхъ варіантовъ выразится въ 93,7% для средняго размѣра судна (40 × 6,3 саж.) и въ 88,5% для малаго (30 × 4,8 саж.). Эти цыфры здѣсь интересно отмѣтить, такъ какъ сокращеніе стоимости сооруженія пути для судовъ разныхъ размѣровъ, но при одной осадкѣ, зависитъ главнымъ образомъ отъ измѣненія стоимости шлюзовъ, а затѣмъ уже отъ сокращенія количества земляныхъ работъ.

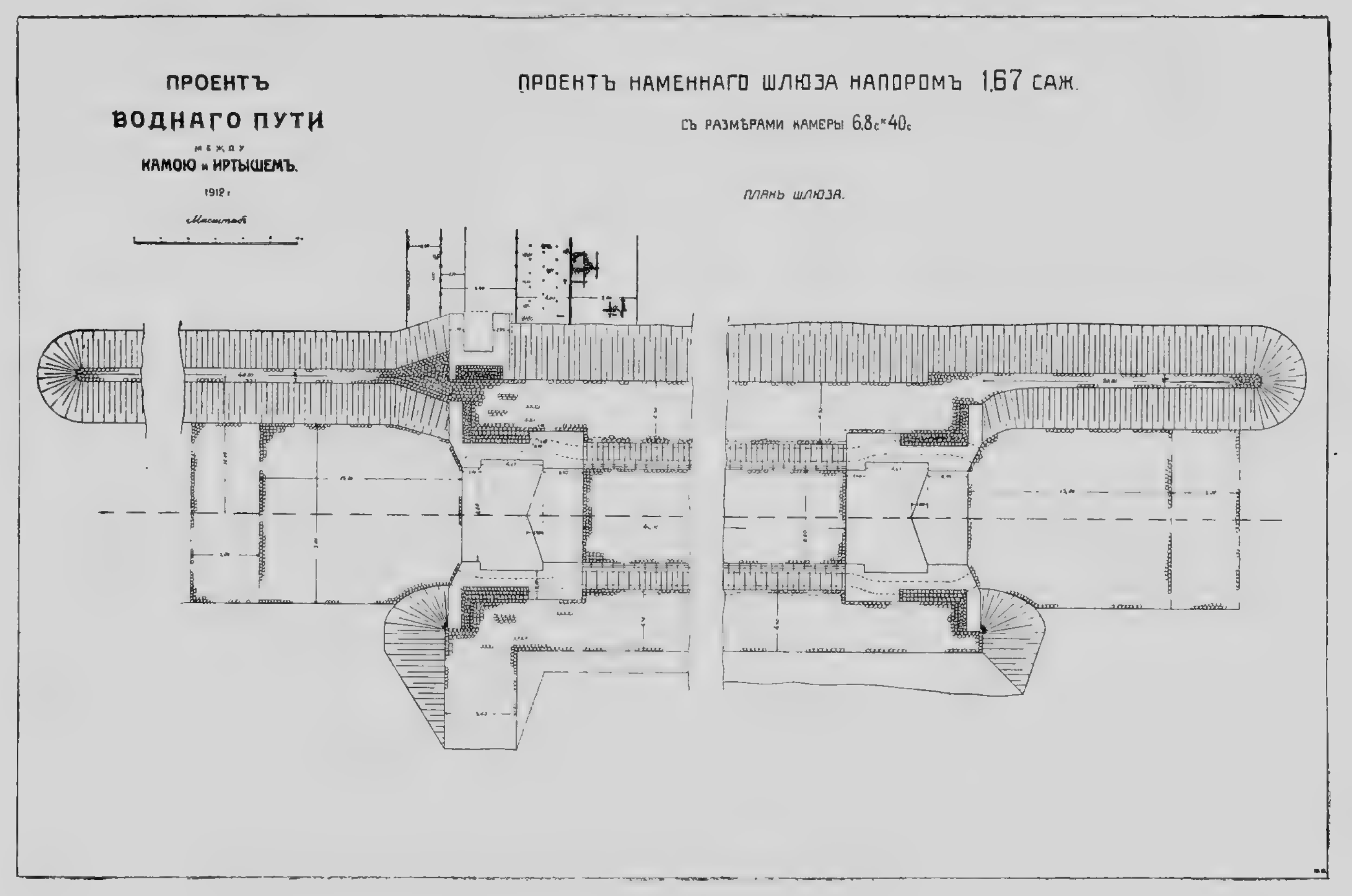

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ.
1912 г.
Масштабъ
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 1,67 САЖ.
СЪ РАЗМѢРАМИ КАМЕРЫ 6,8с х 40с
ПЛАНЪ ШЛЮЗА.

Рис. 85.

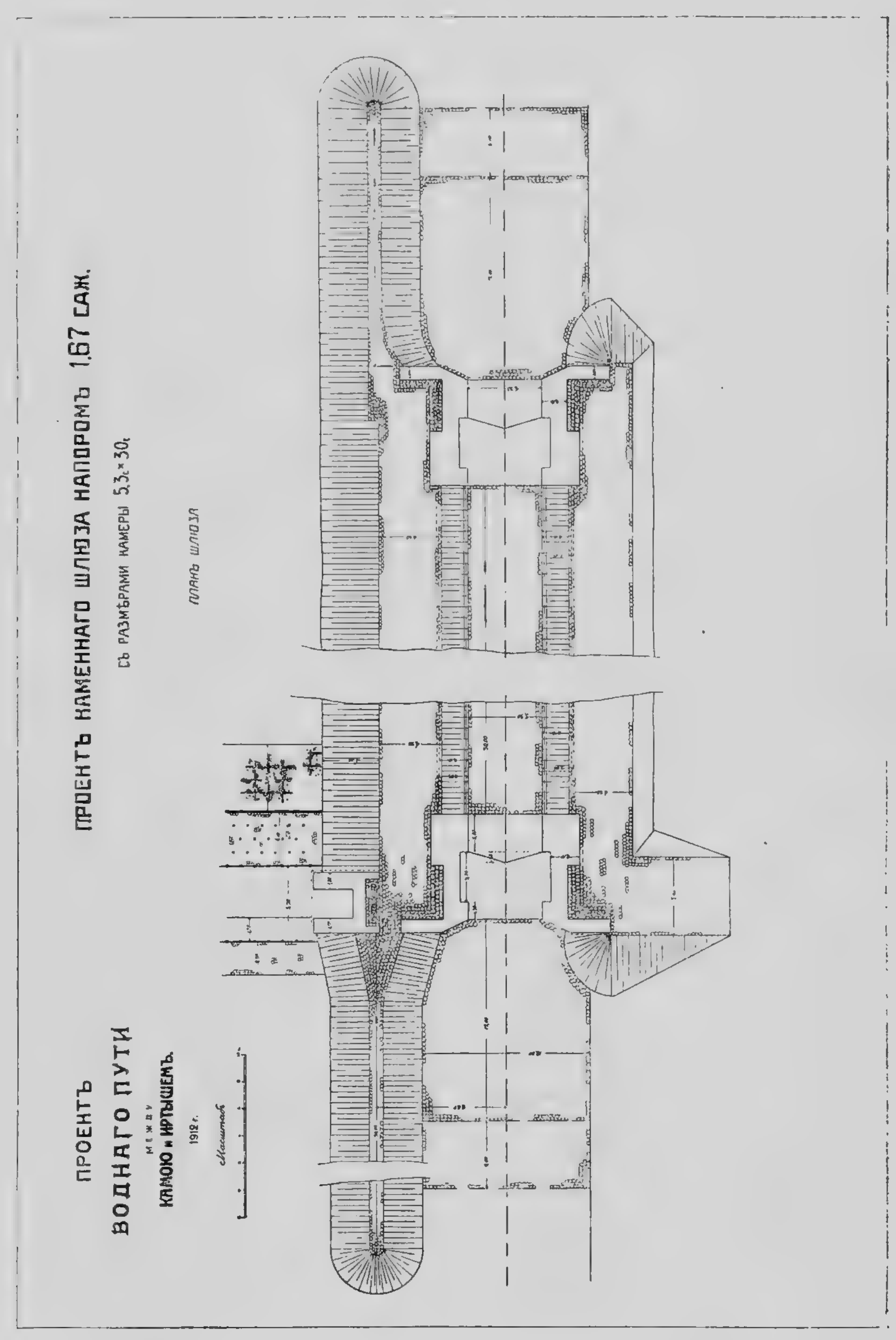

ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
между
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ
1912 г.
Масштабъ
ПРОЕКТЪ КАМЕННАГО ШЛЮЗА НАПОРОМЪ 1,67 САЖ.
СЪ РАЗМѢРАМИ КАМЕРЫ 5,3с × 30с
ПЛАНЪ ШЛЮЗА

Рис. 86.

Глава XI.

Устройство сбереженія воды въ бассейнахъ при шлюзахъ большого паденія.

Цѣль устройства сбереженія воды при шлюзованіи.

Соотвѣтствующими подсчетами выяснилось, что система Камско-Иртышскаго воднаго пути вполнѣ обезпечена водою для питанія шлюзовъ, имѣющихъ паденіе въ 2,00 сажени, на всемъ протяженіи пути и въ частности для средняго теченія Чусовой—для питанія шлюзовъ большаго паденія, нежели 2,00 саж., за исключеніемъ одного изъ верхнихъ Чусовскихъ шлюзовъ съ паденіемъ 4,5 саж. (сооруженіе № 30 на 515 верстѣ).

Вполнѣ возможное перераспредѣленіе паденій между отдѣльными шлюзами водораздѣльнаго участка при составленіи окончательнаго проекта Камско-Иртышскаго пути, необходимость имѣть въ виду въ будущемъ, при развитіи пропускной способности пути устройствомъ новыхъ шлюзовъ, а также нижеприводимыя соображенія экономическаго характера вызвали проектированіе при шлюзахъ большихъ паденій—въ 3,00 саж. и выше, сбереженія воды въ бассейнахъ. За основаніе этого проектированія было принято положеніе: не уменьшать пропускной способности шлюза устройствомъ при немъ сберегательныхъ бассейновъ. Это положеніе отозвалось, главнымъ образомъ, на размѣрахъ водопроводныхъ галлерей, которымъ пришлось придать размѣры гораздо большіе, чѣмъ если бы шлюзы проектировались безъ сберегательныхъ бассейновъ.

Въ проектѣ предполагалось, что намѣченное устройство сберегательныхъ бассейновъ, можетъ не быть осуществлено одновременно съ сооруженіемъ самихъ шлюзовъ и отложится на будущее время,

но, вмѣстѣ съ тѣмъ, опредѣленно устанавливалась обязательность введенія въ заданіе вышеуказаннаго условія сбереженія воды. Если даже сейчасъ, при постройкѣ Чусовскихъ шлюзовъ большого паденія, не осуществлять сбереженія воды, все же шлюзъ долженъ быть подготовленъ къ устройству сбереженія въ будущемъ, когда оно станетъ необходимымъ или когда повышеніе стоимости гидравлической силы, неиспользованной на шлюзуемомъ перепадѣ, сдѣлаетъ его осуществленіе выгоднымъ.

Такъ и было поступлено при составленіи смѣты на сооруженіе Камско-Иртышскаго пути: устройство сберегательныхъ бассейновъ въ смѣту не вошло, но шлюзы большихъ паденій проектировались приспособленными для устройства такихъ бассейновъ.

Въ проектѣ шлюзованія р. Чусовой въ ея среднемъ теченіи вопросъ о цѣлесообразности устройства сбереженія воды при шлюзованіи былъ рѣшенъ исключительно съ экономической точки зрѣнія, въ связи съ выгодою увеличить расходъ воды, используемой на гидроэлектрическихъ станціяхъ, затративъ нѣкоторый капиталъ на устройство сберегательныхъ бассейновъ при шлюзѣ. Поэтому въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ опредѣленъ тотъ капиталъ, который еще выгодно затратить на сбереженіе воды, а затѣмъ уже проектировать таковое.

Принимая продажную стоимость лошадиной силы для Средняго Урала 50 рублей въ годъ *); число дней навигаціи, во время которой тратится вода на шлюзованіе, 150 въ годъ, стоимость лошадиной силы за время навигаціи:

$$\frac{50 \times 150}{365} = 20 \text{ руб. } 55 \text{ коп.}$$

Капитализируя изъ $5^0/_0$ годовыхъ:

$$A = \frac{20{,}55 \times 100}{5} = 411 \text{ рублей.}$$

Мощность гидроэлектрической станціи выражается приблизительно формулой:

$$W = Hq \times 10 \text{ лошад. силъ, гдѣ}$$

*) Стоимость паровой силы на Уралѣ около 100 руб. въ годъ.

H — напоръ въ метрахъ.
q — расходъ воды въ куб. метрахъ.

Слѣдовательно, 1 кубическій метръ воды даетъ мощность:

$$W = 10H \text{ лош. силъ},$$

что соотвѣтствуетъ, по предыдущему, капиталу

$$B = A \times W = 4.110H \text{ рублей},$$

который еще можно затратить на устройство сбереженія воды при шлюзованіи *).

Соотвѣтственными подсчетами выяснилось, что для большинства шлюзовъ р. Чусовой, съ паденіями въ 3 сажени и болѣе, оказывается выгоднымъ примѣнить устройство сберегательныхъ бассейновъ, разсчитанныхъ на сбереженіе до 60% сливной призмы шлюза, оправдываемое полученіемъ крупнаго капитала въ нѣсколько десятковъ тысячъ рублей на каждомъ такомъ сооруженіи. Такъ какъ проектированіе сбереженія въ примѣненіи къ отдѣльнымъ сооруженіямъ было сдѣлано схематично, то указанные выводы являются приблизительными и только намѣчаютъ необходимость въ дальнѣйшемъ, при исполненіи послѣдующихъ проектовъ, обратить вниманіе на эту часть проекта и разработать ее болѣе подробно **).

---

*) Понятно, что весь этотъ разсчетъ, произведенный безъ учета дѣйствительной работы станціи и питанія ея водою, носитъ совершенно примѣрный характеръ.

**) По сему вопросу Совѣщаніе отмѣтило, что не имѣя въ своемъ распоряженіи данныхъ о порядкѣ полученія и распредѣленія электрической энергіи при плотинахъ на среднемъ участкѣ р. Чусовой, трудно высказаться, дѣйствительно ли могутъ оправдаться предположенія относительно продажной стоимости сбереженной энергіи. Между тѣмъ, уменьшеніе принятаго въ проектѣ числа дней (150), въ теченіе которыхъ сберегаемая вода можетъ быть производительно использована на гидроэлектрическихъ установкахъ, существеннымъ образомъ вліяетъ на величину ожидаемой выгодности сберегательныхъ бассейновъ. Если прибавить къ этому, что для точности сравненія и для опредѣленія дѣйствительной коммерческой доходности этого мѣропріятія надлежало бы еще принять во вниманіе неизбѣжные расходы на ремонтъ бассейновъ, то можно опасаться, что исчисленная въ проектѣ цифра ожидаемой выгодности подвергнется весьма значительному сокращенію. Такъ какъ, съ другой стороны, устройство сберегательныхъ бассейновъ при многихъ плотинахъ представляетъ затрудненіе вслѣдствіе недостатка мѣста, и маневрированіе съ бассейнами несомнѣнно усложняетъ об-

Разсчеты сберегательныхъ бассейновъ.

Для проектированія сбереженія части сливной призмы въ бассейнахъ и разсчета размѣровъ водопроводныхъ галлерей шлюза примѣненъ графическій методъ, предложенный **Bergius'омъ** (см. статью Lickfeldt'a въ Zentralblatt der Bauverwaltung № 28 J. 1895), а также формулы, выведенныя Dipl. Jng. Kresnik (Ztschr. d. Öst. Jng. und Arch. J. 1906, № 6). Разсчетъ времени наполненія камеры велся по простой формулѣ, не учитывающей вліянія постепенности открыванія затвора въ галлереѣ:

$$T_0 = \frac{2\,V}{\mu A_0 \sqrt{2gH}}, \text{ гдѣ} \quad \ldots (1)$$

T_0 — время наполненія или опорожненія камеры шлюза при отсутствіи сберегательныхъ бассейновъ,

V — объемъ сливной призмы,

A_0 — площадь сѣченія галлереи при отсутствіи сберегательныхъ бассейновъ.

g — ускореніе силы тяжести,

H — напоръ,

μ — гидравлическій коэффиціентъ, принятый на основаніи литературныхъ данныхъ и наблюденій на нѣкоторыхъ германскихъ шлюзахъ, равнымъ 0,60.

Разсматривая простѣйшій случай дѣйствія сберегательныхъ бассейновъ, изображенный на чертежѣ рис. 87, когда при наполненіи камеры шлюза бассейны опоражниваются цѣликомъ, возможно вывести нижеслѣдующія зависимости.

ращеніе со шлюзами, то Совѣщаніе признало болѣе цѣлесообразнымъ не устраивать при шлюзахъ сберегательныхъ бассейновъ и не включать въ проектъ потребныхъ для того расходовъ. Только на шлюзахъ № 30 на Средней Чусовой, напоромъ 4,5 саж., и №№ 74 и 75 на Верхней Исети, съ напорами въ 4 саж., Совѣщаніе признало необходимымъ внести въ смѣту стоимость устройства при шлюзахъ сберегательныхъ бассейновъ. Но, не внося въ смѣту устройства пути стоимости сберегательныхъ бассейновъ, Совѣщаніе согласилось съ авторомъ проекта относительно необходимости имѣть въ виду въ будущемъ возможность устройства сбереженія воды при шлюзахъ большихъ паденій. При этомъ имѣлось въ виду, что водопроводныя галлереи этихъ шлюзовъ разсчитаны такъ, что камеры шлюзовъ будутъ наполняться при дѣйствіи сберегательныхъ бассейновъ въ 8 минутъ.

Если:

n — число бассейновъ,

a — высота части сливной призмы, сохраняющейся въ одномъ бассейнѣ,

b — высота слоя воды въ бассейнѣ,

$v = \frac{K}{S}$ — отношеніе площади камеры шлюза къ площади бассейна.

H — паденіе въ шлюзѣ,

e — высота сберегаемой сливной призмы,

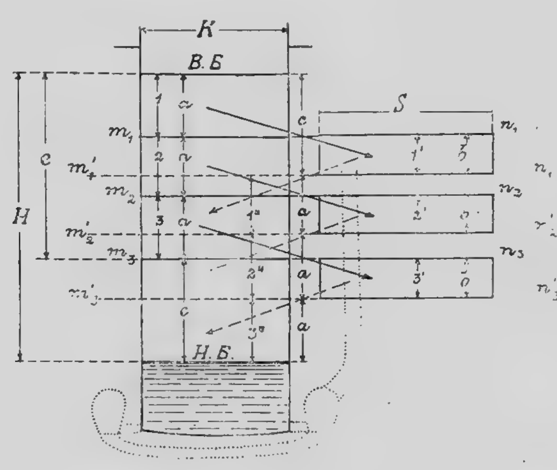


Рис. 87.

E — степень сбереженія воды въ %.

u — средняя скорость вертикальнаго перемѣщенія уровня воды при наполненіи камеры шлюза,

T_s — время наполненія или опорожненія камеры шлюза при дѣйствіи сберегательныхъ бассейновъ,

A_s — площадь сѣченія галлерей при дѣйствіи сберегательныхъ бассейновъ,

то изъ чертежа:

$$Ka = Sb, \text{ откуда}$$

$$b = \frac{K}{S} a = va$$

$$e = na$$

$$H = (n + 1)\ a + b = a\ (n + 1 + v).$$

Подставляя полученныя значенія въ выраженіе для степени сбереженія:

$$E = \frac{e}{H} \times 100^0/_0 = \frac{n}{n+1+v} 100^0/_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Зависимость степени сбереженія воды отъ числа бассейновъ и отношенія площади камеры шлюза къ площади каждаго изъ бассейновъ, выраженная выведенной формулой, представлена графически рядомъ кривыхъ (рис. 88). По оси абсциссъ отложены величины $\frac{1}{v} = \frac{S}{K}$ отношенія площади бассейна къ площади камеры, на ординатахъ получаются величины E степени сбереженія воды въ $^0/_0$ отъ полнаго напора, при пересѣченіи ординатъ кривыми, соотвѣтствующими различному числу (n) сберегательныхъ бассейновъ.

На выборъ той или иной комбинаціи изъ v и n, кромѣ условій мѣстности, на которой проектируется устройство бассейновъ, вліяетъ еще выборъ времени наполненія камеры шлюза, находящагося въ тѣсной зависимости, какъ это видно изъ дальнѣйшихъ выкладокъ, отъ степени сбереженія воды при шлюзованіи и отъ способа его осуществленія.

При дѣйствіи сберегательныхъ бассейновъ, напоръ въ моментъ открыванія затвора по чертежу (рис. 87) выражается:

$$h = a + b = a\ (1 + v).$$

Подставляя это значеніе напора въ формулу (1):

$$t_1 = \frac{2a\ K}{\mu\ A_0 \sqrt{2g\ (a+v)}}$$

Время на выпускъ въ нижній бьефъ изъ шлюза теряемой части сливной призмы или равное ему время на пополненіе верхней части сливной призмы изъ верхняго бьефа опредѣляется:

$$t_2 = \frac{2a\ (1+v)\ K}{\mu\ A_0 \sqrt{2g\, a\ (1+v)}},$$

такъ какъ для его опредѣленія въ формулу (1) придется подставить:

$$V = K\ (a+b) = Ka\ (1+v) \text{ и}$$
$$H = c = a + b = a\ (1+v).$$

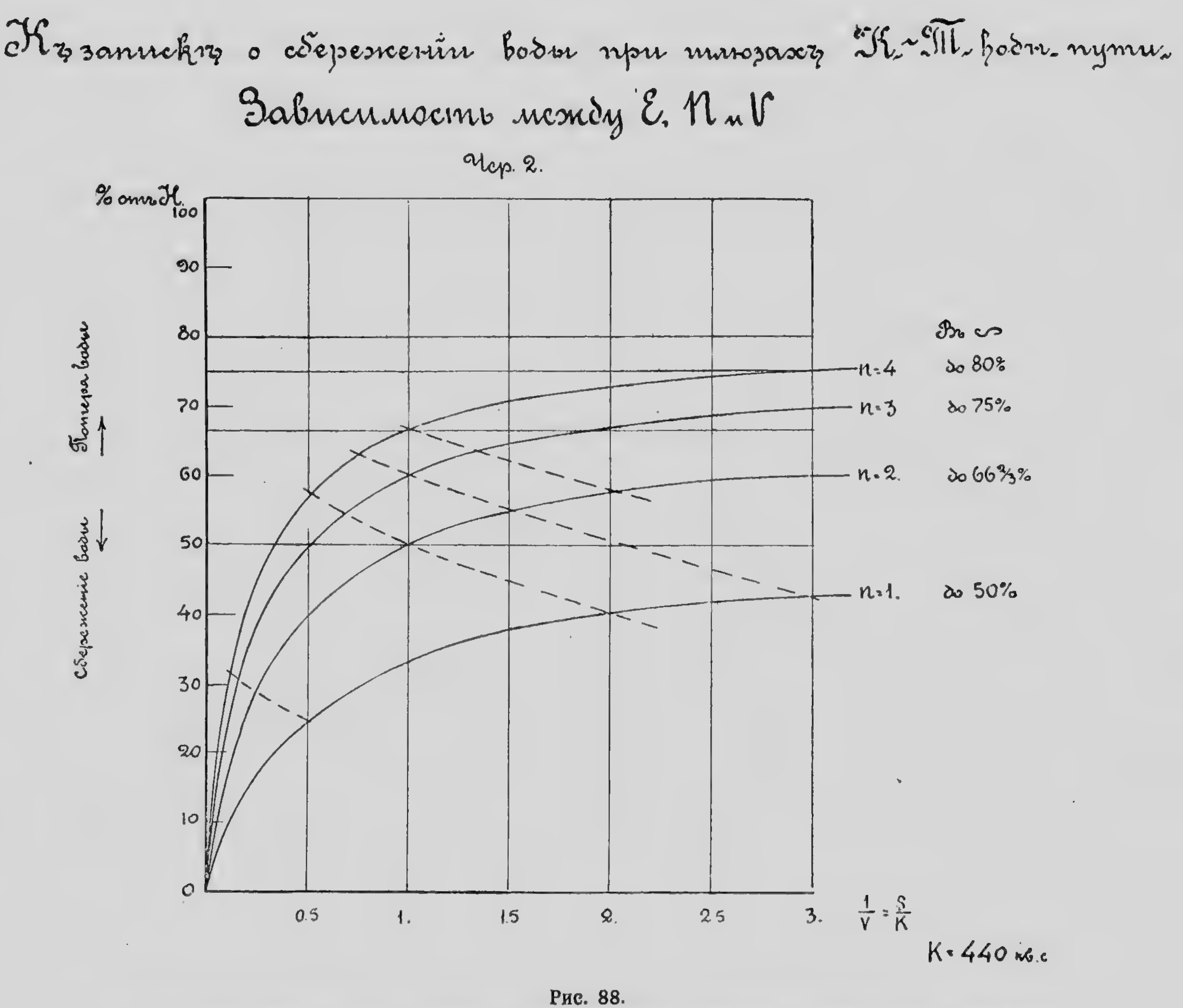


Рис. 88.

Графикъ зависимости степени сбереженія воды отъ числа и размѣровъ сберегательныхъ бассейновъ.

Полное время наполненія или опорожненія камеры при дѣйствіи сберегательныхъ бассейновъ:

$$T_s = nt_1 + t_2 = \frac{2a\ K\ (n+1+v)}{\mu\ A_0 \sqrt{2g\,a\,(1+v)}} = \frac{2V}{\mu\ A_0 \sqrt{2g\,a\,(1+v)}}$$

Пользуясь ранѣе выведенными зависимостями, полученное выраженіе можно преобразовать:

Подставляя въ выведенную формулу $a = \frac{H}{n+1+v}$, получается зависимость:

$$T_s = T_0 \sqrt{1 + \frac{u}{1+v}} \quad . \ . \ . \ . \ . \quad . \ (3)$$

Вводя понятіе о средней скорости перемѣщенія уровня воды въ камерѣ при ея наполненіи или опоражниваніи, возможно представить время наполненія формулой:

$$T = \frac{H}{u}\ .$$

Подставляя это значеніе для T въ выраженіе (1) и рѣшая его относительно A_0, получается:

$$A_0 = \frac{2u\ K}{\mu \sqrt{2g\ H}}$$

и соотвѣтственно съ выраженіемъ (3):

$$A_s = A_0 \sqrt{1 + \frac{n}{1+v}} \quad . \ . \ . \quad . \ . \ (4)$$

Эти формулы (3) и (4) также представлены графически (рис. 89). Характеръ графика таковъ же, какъ и предыдущаго; онъ даетъ увеличеніе времени при пользованіи бассейнами и при сохраненіи тѣхъ же размѣровъ галлерей, что и при наполненіи камеры непосредственно изъ верхняго бьефа, или, наоборотъ, даетъ возможность опредѣлить необходимое увеличеніе размѣровъ галлерей для сохраненія времени наполненія, одинаковаго, какъ для наполненія камеры при пользованіи бассейнами, такъ и безъ нихъ.

При разсмотрѣніи работы шлюза со сберегательными бассейнами выясняется, что время наполненія и опорожненія камеры, вообще большее, чѣмъ для обыкновеннаго шлюза, можетъ быть

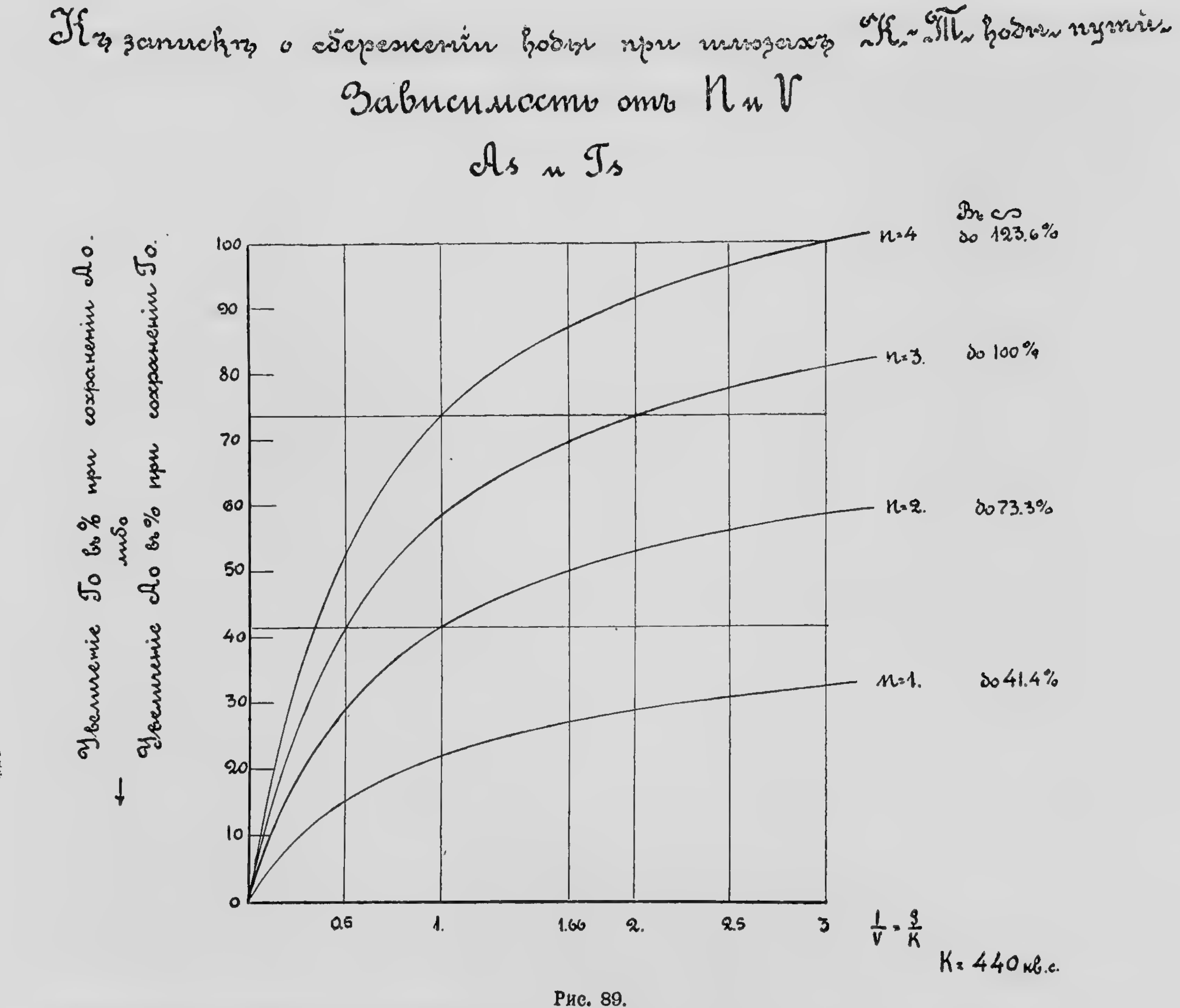


Рис. 89.

Графикъ зависимости времени наполненія камеры шлюза и величины водопроводовъ отъ числа и размѣровъ сберегательныхъ бассейновъ.

нѣсколько уменьшено, если использовать не весь объемъ воды въ бассейнахъ, что, конечно, влечетъ за собой увеличеніе размѣровъ бассейновъ для достиженія одной и той же степени сбереженія воды при шлюзованіи. Въ этомъ случаѣ бассейны устраиваются по схемѣ, изображенной на чертежѣ рис. 90.

Возможно ввести въ разсчеты остаточный напоръ въ бассейнахъ d, или, что удобнѣе, можно выражать его величину въ про-

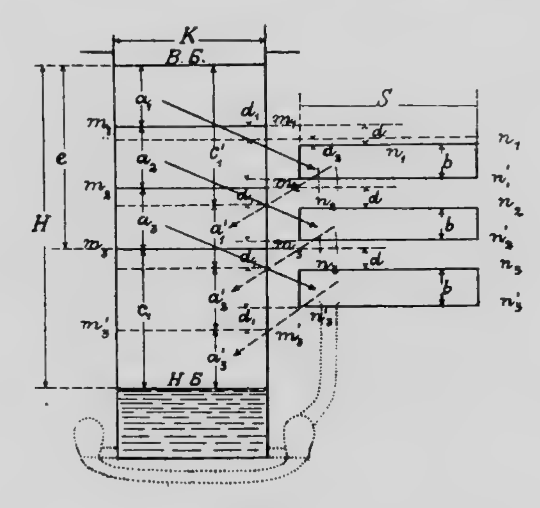


Рис. 90.

центномъ отношеніи къ высотѣ сливной призмы, сберегаемой въ одномъ бассейнѣ, вводя въ формулы значеніе нѣкотораго коэффиціента:

$$\xi = \frac{d}{a} \times 100\%.$$

гдѣ a—высота части сливной призмы, спускаемой въ одинъ бассейнъ, d—высота остающагося напора при дѣйствіи бассейновъ.

Kresnik указываетъ на обычное практическое значеніе коэффиціента $\xi = 9\%$.

Свѣдѣнія о работѣ шлюзовъ у д. Нидерфиновъ на Берлинъ-Штетинскомъ водномъ пути, полученныя на мѣстѣ инженеромъ А. И. Фидманомъ, даютъ предѣлы для значенія ξ отъ $5{,}5\%$ до 12%.

Введеніе въ разсчетъ коэффиціента ξ усложняетъ вычисленія, между тѣмъ при указанныхъ значеніяхъ его вліяніе на

конечные результаты не велико; такъ, напримѣръ, при $n=2$, $v=1$ и $\xi=9^0/_0$ время наполненія или опоражниванія шлюза меньше на $10^0/_0$, чѣмъ если принять $\xi=0$. Такую величину безусловно слѣдуетъ имѣть въ запасѣ для примѣненія на практикѣ теоретическихъ разсчетовъ, поэтому ходъ разсчета можетъ быть таковъ: всѣ выводы сдѣлать въ предположеніи, что $\xi=0$ (тогда возможно пользоваться формулами 1 и 2), а затѣмъ теоретическіе размѣры бассейновъ увеличить на соотвѣтственную величину, чтобы достичь $\xi=10^0/_0$, той величины, на которой мы нашли возможнымъ остановиться.

Проектированіе сберегательныхъ бассейновъ.

На основаніи выведенныхъ здѣсь формулъ, пользуясь ихъ графическимъ изображеніемъ, разсчитаны сберегательные бассейны для всѣхъ шлюзовъ большихъ паденій, расположенныхъ по р. Чусовой.

При проектированіи предусматривалась возможность достичь сбереженія до $60^0/_0$ сливной призмы шлюза, исходя изъ предположенія, что время наполненія камеры при дѣйствіи сберегательныхъ бассейновъ останется такимъ же, какъ и въ шлюзахъ, не оборудованныхъ сберегательными бассейнами.

Остаточный напоръ принимался равнымъ $10^0/_0$ отъ высоты части сливной призмы, идущей на наполненіе бассейновъ одного уровня, но при разсчетѣ водопроводныхъ галлерей онъ во вниманіе не принимался и его присутствіе считалось въ запасъ къ исчисленному времени наполненія камеры.

При опредѣленіи глубины бассейновъ, кромѣ слоя для созданія остаточнаго напора, еще прибавлялся запасный слой, высотою около 0,20 сажени, для улучшенія вытеканія воды изъ бассейновъ черезъ вертикальный колодезь, закрываемый цилиндрическимъ затворомъ, кромѣ того съ тою же цѣлью подошва бассейновъ сводилась къ затвору уклономъ примѣрно въ $^1/_{40}$.

Бассейны расположены съ одной стороны камеры, имѣя въ виду, что при такомъ расположеніи достигается удобство сообщенія шлюза съ берегомъ, возможность развитія системы при помощи устройства второго параллельнаго шлюза и значительно уменьшается количество земляныхъ работъ по устройству бассейновъ, при расположеніи большинства шлюзовъ въ косогорѣ высокаго берега.

Расположеніе бассейновъ съ одной стороны шлюза влечетъ за собою устройство довольно высокихъ оградительныхъ стѣнокъ и особыхъ водопроводовъ подъ дномъ камеры для питанія галлерей, проходящихъ въ стѣнахъ шлюза.

Въ основу назначенія мѣста подъ бассейны у шлюзовъ были приняты слѣдующія положенія:

1) Располагать бассейны въ планѣ такъ, чтобы не только количество земляныхъ работъ, но, главнымъ образомъ, высота оградительныхъ стѣнъ была возможно меньшая;

2) Не стѣснять живого сѣченія нижняго бьефа сберегательными бассейнами;

3) Располагать стѣнки сберегательныхъ бассейновъ, примыкающихъ къ плотинамъ, на такомъ разстояніи отъ водосливовъ и водоспусковъ, чтобы не было возможности подмыва оградительныхъ стѣнъ.

Стоимость сберегательныхъ бассейновъ.

На основаніи составленныхъ эскизовъ устройства сберегательныхъ бассейновъ у шлюзовъ съ паденіями 3 саж. и выше, и принимая слѣдующія стоимости основныхъ единицъ *):

1 куб. саж. выемки земли	5	руб.
1 куб. саж. кам. кладки	102	»
1 кв. саж. двойной мостовки	20	»
1 цилиндрическаго затвора	4.000	»

была составлена приведенная ниже таблица стоимостей оборудованія шлюзовъ большихъ паденій сберегательными бассейнами.

Въ графѣ восьмой выписаны вычисленныя вышеуказаннымъ способомъ величины капитала, который было бы выгодно затратить въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, имѣя въ виду, что сбереженная при шлюзованіи вода будетъ цѣликомъ использована на гидроэлектрической станціи.

---

*) Принятыя при этомъ разсчетѣ цѣны нѣсколько расходятся съ окончательными цѣнами, полученными послѣ составленія расцѣночной вѣдомости, но смѣта на сбереженіе воды не была пересчитана въ виду приблизительности ея составленія.

Таблица стоимости сооруженія сберегательныхъ бассейновъ у шлюзовъ на среднемъ теченіи р. Чусовой.

№№ шлюзовъ.	Паденіе въ шлюзѣ, саж.	Стоимость сооруженія бассейновъ, въ руб.					Капиталъ, который выгодно затратить, руб.	Выгодность устройства сбереженія, руб.
		Земляныя работы.	Каменная кладка.	Мостовки.	Затворы и оборудованіе.	Полная.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10а	3,30	99	57.489	35.520	24.000	117.108	183 586	66.478
10б	3,40	5.919	26.247	36.192	24.000	92.358	187.105	94.747
11а	3,35	29.577	27.889	37.758	24.000	119.224	186.922	67.698
11б	3,45	20.248	6.830	38.374	24.000	89.452	192.875	103.423
13	3,40	3.120	22.389	35.520	24.000	85.029	94.494	9.465
15	3,00	10.007	15.587	35.520	24.000	85.114	73.799	— 11.315
16	4,30	9.815	32.868	36.800	24.000	103.483	157.949	54.466
17	4,20	66	84.235	35.520	24.000	143.821	145.234	1.413
20	4,00	2.257	37.419	37.982	24.000	101.658	131.665	30.007
22	3,50	5.373	17.197	35.520	24.000	82.090	101.112	19.022
23	3,00	3.204	18.329	35.520	24.000	81.053	73.799	— 7.254
24	3,00	7.265	2.006	37.992	24.000	71.263	73.799	2.536
26	3,00	69	16.377	35.520	24.000	75.966	73.799	— 2.167
28	4,00	2.371	15.349	35.520	24.000	77.240	131.665	54.425
29	3,00	4.857	9.374	35.520	24.000	73.751	73.799	48
30	4,50	2.995	31.678	35.520	24.000	94.193	167.032	72.839
Итого . . .		107.242	421.263	580.298	384.000	1.492.803	2.048.634	555.831
Въ среднемъ на одинъ шлюзъ		6.703	26.329	36.269	24.000	93.301	128.040	34.739
Въ %% . . .		7,18	28,23	38,87	25,72	100	137,2	37,2

Примѣчаніе. Шлюзы 10а и 10б, а также 11а и 11б расположены въ видѣ лѣстницы шлюзовъ у плотинъ № 10 и № 11, держащихъ подпоръ 6,7 саж. и 6,8 саж.

Глава XII.

О возможности примѣненія дерева для сооруженія шлюзовъ.

Общія соображенія.

Дерево хорошихъ строительныхъ качествъ имѣется на всемъ протяженіи проектируемаго пути.

По соображеніямъ техническаго и конструктивнаго характера составитель проекта считалъ возможнымъ устройство шлюзовъ изъ дерева при паденіяхъ не свыше 2,5 саж. При этомъ условіи возможно было бы изъ 118, общаго числа шлюзовъ—89 устроить изъ дерева.

Въ общемъ случаѣ устройство шлюзовъ изъ дерева можетъ оказаться необходимымъ, когда предвидится, что сооружаемые шлюзы имѣютъ по своимъ небольшимъ размѣрамъ временное значеніе и въ не слишкомъ отдаленномъ будущемъ должны будутъ перестраиваться; но для настоящаго проекта въ его цѣломъ для всѣхъ шлюзовъ это соображеніе не примѣнимо, даже и для того случая, если бы было рѣшено приступить сначала къ сооруженію пути для пропуска маломѣрныхъ судовъ, такъ какъ все же и въ этомъ случаѣ явилось бы цѣлесообразнымъ сохранить намѣчаемый продольный профиль пути, приближающійся къ использованію наибольшихъ возможныхъ подпоровъ у плотинъ, которыя придется строить капитальными, независимо отъ того, какіе будутъ размѣры, приданные шлюзамъ. При сохраненіи проектнаго профиля, 29 шлюзовъ имѣютъ паденіе, превышающее признанное за допустимое для деревяннаго шлюза, а замѣна ихъ многокамерными, или лѣстничными съ разъѣздами между шлю-

зами, оказалась бы невозможною по характеру мѣстности, гдѣ необходимо расположить большинство этихъ шлюзовъ.

Поэтому въ дальнѣйшемъ выясняется цѣлесообразность устройства изъ дерева шлюзовъ съ паденіемъ, не превышающимъ 2,5 саженъ.

Стоимость деревянныхъ шлюзовъ.

Для подсчета стоимости деревянныхъ шлюзовъ былъ составленъ по типу шлюзовъ Маріинской системы эскизный проектъ шлюза съ паденіемъ 2,5 саж. по заданіямъ Камско-Иртышскаго воднаго пути.

Для основанія шлюза было спроектировано два типа, въ случаѣ расположенія шлюзовъ на скалистыхъ и на землистыхъ грунтахъ, допускающихъ забивку свай.

Спроектированный по Маріинскому типу, шлюзъ для Камско-Иртышскаго воднаго пути имѣетъ слѣдующіе размѣры. Длина верхней головы—11 саж., нижней—12 саж., камеры—55 саж. Полная длина 78 саж. Ширина—8 саж. Высота верхней площадки стѣнъ надъ королемъ 3,70 саж. Внутренній объемъ шлюза $= 78 \times 3{,}7 \times 8 = \backsim 2.309$ куб. саж.

Стоимость двухъ головъ шлюза опредѣлилась въ 91.000 руб.; стоимость погонной сажени камеры—2.080 руб. (безъ земляныхъ работъ).

Стоимость шлюза безъ воротъ, механическаго оборудованія и земляныхъ работъ:

$91.000 + 2.080 \times 55$	= 205.400 руб.
Четыре полотна желѣзныхъ воротъ	= 20.000 »
Полная стоимость . .	= 225.400 руб.

Отсюда стоимость 1 куб. саж. внутренняго объема шлюза безъ земляныхъ работъ 97,6 руб.

Съ полученной стоимостью интересно сравнить стоимость такой же единицы шлюзовъ Маріинской системы.

Типовые деревянные шлюзы Маріинской системы имѣютъ слѣдующіе размѣры: полная длина—50 саж., ширина—5 саж., вы-

сота стѣнъ надъ королемъ — 2,80 саж., внутренній объемъ камеры—$2,8 \times 50 \times 5 = 700$ куб. саж.

Средняя стоимость 1 шлюза—75.000 руб. *).

Стоимость 1 куб. саж. внутренняго объема камеры—107 руб. (съ земляными работами).

Изъ сравненія стоимости деревянныхъ шлюзовъ: Камско-Иртышскаго и Маріинскаго, можно видѣть, что для приблизительныхъ подсчетовъ достаточно принять съ нѣкоторымъ запасомъ 100 руб. за 1 куб. саж. емкости.

Оцѣнка выгодности замѣны каменныхъ шлюзовъ деревянными.

Однако, приведенными соображеніями ограничиться не представляется возможнымъ, такъ какъ необходимо выяснить, при какихъ условіяхъ стоимости сооруженій становится выгоднымъ замѣнять деревянные шлюзы каменными, или наоборотъ.

Для основанія разсчетовъ приняты слѣдующія положенія и обозначенія:

1) Стоимость сооруженія изъ дерева—A;

2) Стоимость такого же сооруженія изъ камня—kA;

3) k—коэффиціентъ, показывающій соотношеніе стоимостей каменнаго и деревяннаго сооруженій;

4) Ежегодныя затраты на ремонтъ сооруженій: деревянныхъ—3% *), каменныхъ—0,4% **).

5) Срокъ службы деревянныхъ сооруженій—30 лѣтъ, каменныхъ—90 лѣтъ.

6) Ежегодныя уплаты для погашенія строительнаго капитала: деревянныя сооруженія—1,6%; каменныя—0,1% (Hütte, 1909 г. ч. I стр. 49).

7) Ежегодная уплата %% на капиталъ—4,5%.

Такимъ образомъ ежегодныя уплаты при деревянныхъ сооруженіяхъ составятъ $3+1,6+4,5=9,1\%$. Для каменныхъ сооруженій эта сумма составитъ всего: $0,4+0,1+4,5=5\%$. Приравнивая суммы ежегодныхъ уплатъ, получается та величина ко-

---

*) И. В. Петрашень. Маріинская система.

**) См. Tolkmitt. Bauaufsicht und Bauführung T. III.

эффиціента k, при которой становится выгоднымъ переходъ отъ деревянныхъ шлюзовъ къ каменнымъ, или наоборотъ:

$$\frac{9,1\ A}{100} = \frac{5kA}{100}; \text{ откуда } k = 1,82.$$

Сравнительная стоимость каменныхъ и деревянныхъ шлюзовъ.

На основаніи принятой стоимости 1 куб. саж. внутренняго объема шлюза въ 100 руб. исчислены стоимости шлюзовъ при замѣнѣ камня деревомъ.

Приведенные подсчеты сравнительныхъ стоимостей шлюзовъ деревянныхъ и каменныхъ для вышеупомянутыхъ 89 шлюзовъ системы указали, что возможная экономія отъ такой замѣны для всего пути выражается суммою до 10.550.000 руб.

Эта экономія составляетъ отъ стоимости деревянныхъ шлюзовъ, исчисленной въ размѣрѣ 15.570.000 руб., всего около 67%, слѣдовательно, казалось бы, исходя изъ вычисленной выше величины коэффиціента выгодности, что въ среднемъ замѣна каменныхъ шлюзовъ деревянными не оправдывается, но разсмотрѣніе отдѣльныхъ участковъ пути указываетъ, что на нѣкоторыхъ изъ нихъ это процентное отношеніе оказывается гораздо болѣе выгоднымъ для дерева: такъ для 9 шлюзовъ нижняго теченія Чусовой экономія составляетъ 82%, для 9 шлюзовъ Нижней Исети и Тобола 123%, зато для сооруженій Верхней Исети коэффиціентъ падаетъ до 70%, для средняго теченія Чусовой до 69% и для водораздѣльнаго участка до 33%.

Изложеннымъ ограничиваются соображенія о возможности примѣненія дерева при постройкѣ шлюзовъ Камско-Иртышскаго воднаго пути.

Несомнѣнно, что такая замѣна можетъ оказаться во многихъ случаяхъ выгодной, и поэтому ее слѣдуетъ имѣть въ виду при составленіи исполнительнаго проекта, предоставивъ въ этомъ отношеніи извѣстную свободу выбора строителямъ.

Однако нельзя упускать изъ виду, что путемъ нѣкоторыхъ перепроектировокъ стоимость каменныхъ шлюзовъ можетъ быть понижена и, слѣдовательно, указанныя выше соотношенія могутъ измѣниться.

Для предварительнаго проекта казалось необходимымъ изъ осторожности оставить въ смѣтахъ стоимость каменныхъ шлюзовъ, тѣмъ болѣе, что приходится считаться не только съ однимъ пониженіемъ строительной стоимости пути, но имѣть также въ виду, что отъ рода матеріала въ отвѣтственныхъ частяхъ сооруженій зависитъ степень обезпеченности правильнаго дѣйствія сооруженій и простота надзора за ними.

Глава XIII.

Опредѣленіе пропускной способности шлюзовъ.

Пропускная способность проектируемаго воднаго пути между Камою и Иртышомъ была опредѣлена инженеромъ А. И. Фидманомъ, въ его общей пояснительной запискѣ къ проекту, изъ которой и заимствовано опредѣленіе пропускной способности шлюзовъ.

Данныя для разсчета.

Для разсчета пропускной способности были приняты слѣдующія данныя:

Основные размѣры шлюзовъ.	Объемъ сливной призмы для 2-саж. паденія.
I. 55×8×1,2 саж.	880 кб. саж.
II. 45×6,8×1,2 »	612 » »
III. 35×5,3×1,2 »	371 » »

Длина камеры шлюзовъ, какъ то видно изъ ихъ описаній, нѣсколько отличается отъ принятой, однако для цѣлей предлагаемаго разсчета можно съ достаточною точностью воспользоваться округленными величинами.

Необходимо прежде всего установить величины отдѣльныхъ элементовъ, изъ которыхъ слагается время шлюзованія. Таковы: открываніе и закрываніе воротъ, наполненіе и опорожненіе камеры, входъ и выходъ судна.

Время открыванія и закрыванія воротъ.

Время для открыванія и закрыванія воротъ принято равнымъ одной минутѣ на основаніи нормъ, установленныхъ практикой эксплоатаціи шлюзовъ, какъ на заграничныхъ водныхъ путяхъ, такъ и на русскихъ.

Время наполненія и опорожненія камеры.

Время, необходимое для опорожненія камеры, зависитъ, главнымъ образомъ, отъ практически допускаемой вертикальной скорости перемѣщенія шлюзуемаго судна. Для новыхъ германскихъ шлюзовъ эта скорость принята въ среднемъ въ 2,5 см./сек. или нѣсколько болѣе 0,01 саж./сек.; въ шлюзахъ шахтеннаго типа она доходитъ до 3 см./сек.

Въ каменныхъ шлюзахъ Маріинской системы скорость эта составляетъ около 0,003 саж./сек. Для построенныхъ на Сѣв. Донцѣ шлюзовъ, съ подпоромъ 1,63 саж., принято—0,004 саж.

Для шлюза, имѣющаго въ проектѣ наибольшее паденіе 4,50 саж., время опорожненія камеры опредѣлено въ 480 секундъ; такимъ образомъ, средняя скорость вертикальнаго перемѣщенія судна составитъ 0,0094 саж.=2 сантиметра. Въ варіантахъ шлюзовъ для судовъ меньшаго размѣра скорость наполненія камеры доведена до 0,012 саж., что соотвѣтствуетъ германскимъ нормамъ. Такимъ образомъ, въ дальнѣйшемъ время наполненія или опорожненія шлюзной камеры принято:

I.	Для судовъ размѣрами	50×7,5 саж.	480 сек.
II.	» » »	40×6,3 саж.	360 »
III.	» » »	30×4,8 саж.	360 »

Время вводки и выводки судовъ.

Разрѣшеніе вопроса о допускаемой скорости движенія судовъ, представляетъ нѣсколько большія затрудненія. Приходится встрѣчать въ разныхъ проектахъ шлюзовъ весьма разнообразныя величины скоростей движенія судовъ при проходѣ ихъ черезъ шлюзы.

Инженеры Е. Л. Кенигъ и С. П. Максимовъ въ проектѣ Псково-Юрьево-Нарвскаго воднаго пути *) принимаютъ скорость судна при подходѣ къ шлюзу $V_1=1,5$ фут./сек., а при движеніи по шлюзу $V_2=0,5$ фут./сек.

Н. П. Пузыревскій въ проектѣ Волго-Донского канала принимаетъ**) скорость входящаго въ шлюзъ судна—1 фут./сек., а скорость выхода судна изъ шлюза—2,8 фут./сек.

*) Пояснительная записка № 9, 1905 г.
**) Матеріалы для описанія русскихъ рѣкъ, вып. XXXV, стр. 321.

При разсчетѣ пропускной способности шлюзовъ, построенныхъ на Сѣв. Донцѣ, Ф. І. Левандовскій принимаетъ полное время вводки или выводки судна изъ шлюза равнымъ 8 минутамъ *). Если предположить, что суда длиною 50 саж. будутъ ожидать очереди для входа въ шлюзъ на разстояніи 50 саж. отъ королей, то скорость движенія судовъ:

$$\frac{(50+50)\times60}{8\times500} = 1,5 \text{ верст./час. **)}.$$

Необходимо замѣтить, что русскіе инженеры предполагаютъ ручную или конную тягу судовъ (за исключеніемъ Волго-Донского канала, гдѣ тяга проектирована электрическая).

Въ Германіи, гдѣ шлюзы на главнѣйшихъ каналахъ оборудованы электрическими шпилями или электровозами, въ настоящее время достигнуты довольно значительныя скорости движенія судовъ (вмѣстимостью 600 тоннъ). Напримѣръ, Прюсманъ, ссылаясь на опыты, произведенные при постройкѣ Дортмундъ-Эмскаго канала, говоритъ, что вслѣдствіе значительнаго сопротивленія движенію, а также изъ опасенія поврежденія судна и шлюза, было признано необходимымъ не допускать скоростей свыше 0,5 мтр./сек. (1,7 верст./час.).

---

*) Бюллетень № 2, Управленія работъ по шлюзованію р. Сѣв. Донца, 1912 г.

**) Интересно отмѣтить, что при разсчетахъ для переустройства Маріинской системы инженеръ Звягинцевъ принималъ среднюю скорость движенія въ шлюзѣ судна длиною 20 саж.—0,7 фут./сек. Для разсчета скорости движенія судовъ большей емкости и размѣровъ было принято, для обезпеченія судна и шлюза отъ поврежденій, равенство живыхъ силъ при движеніи судовъ. Благодаря этому были получены слѣдующія данныя:

для судна длиною саж.	шириною саж.	водоизмѣщеніемъ пуд.	время для ввода или вывода судна, секундъ.	средняя скорость, фут./сек.
20	4	32.500	222	0,7
25	4	40.000	302	0,5
25	5	49.000	343	0,45
40	5	80.000	757	0,21

Если сравнить скорости, принимавшіяся Звягинцевымъ, съ новѣйшими данными, то нельзя не признать, что въ то время на Маріинской системѣ движеніе судовъ по шлюзамъ совершалось весьма медленно, и что разсчеты, сдѣланные инженеромъ Звягинцевымъ для скорости движенія большихъ судовъ, приводятъ къ значительно уменьшеннымъ результатамъ.

На этомъ основаніи Прюсманъ ведетъ свои разсчеты, исходя изъ тѣхъ соображеній, чтобы относительная скорость движенія судна и воды не превосходила 0,54 мтр./сек. (1,8 верст./час.). Этотъ авторъ принимаетъ слѣдующія данныя:

Подходъ къ шлюзу	0,5 мтр./сек.	или	1,7	верст./час.
Входъ въ шлюзъ . . .	0,3 »	»	1,0	»
Выходъ изъ шлюза	0,34 »	»	1,15	»
Отходъ отъ шлюза	0,54 »	»	1,8	»

При составленіи проекта шахтеннаго шлюза, строящагося рядомъ съ судоподъемникомъ въ Генрихенбургѣ, было принято:

скорость входящаго судна . .	0,4 мтр./сек.	или	1,35	вер./час.
» выходящаго » . . .	0,6 »	»	2	»

Однако, непосредственныя наблюденія, сдѣланныя инж. А. И. Фидманомъ, на нѣкоторыхъ германскихъ шлюзахъ, показали, что въ дѣйствительности скорости движенія судовъ черезъ шлюзы нѣсколько больше вышеприведенныхъ. Наблюденія производились по секундомѣру въ продолженіе двухъ полныхъ цикловъ работы шлюза съ записью всѣхъ случайныхъ задержекъ, которыя вошли въ приводимыя ниже данныя.

I наблюденіе. Шлюзъ у Фюрстенвальде на каналѣ Одеръ-Шпрее, оборудованъ электрическими шпилями.

Размѣръ судна 54,5×8 мтр. Грузоподъемность 500 тоннъ.

Входъ:

снизу груженаго	сверху порожняго	среднія скорости
0,7—0,74 мтр./сек. (2,35—2,5 вер./час.)	0,7 мтр./сек. (2,35 вер./час.)	0,71 мтр./сек., (2,4 вер./час.)

Выходъ:

вверхъ груженаго	внизъ порожняго	
0,74—1,1 мтр./сек. (2,4—3,7 вер./час.)	0,5 мтр./сек. (1,7 вер./час.)	0,71 мтр./сек., (2,4 вер./час.)

Среднее для входа и выхода 0,71 мтр./сек. (2,4 вер./час.).

II наблюденіе. Шлюзъ у Фюрстенберга на томъ же каналѣ, оборудованъ электровозами.

Входъ:

снизу груженаго	сверху порожняго	среднія скорости
0,31—0,48 м./с (1—1,6 в./ч.)	0,71 м./с. (2,35 в./ч.)	0,49 м./с. (1,7 в./ч.).

Выходъ:

внизъ порожняго	вверхъ груженаго	
1,35—1,47 м./с. (4,55—4,95 в./ч.)	0,70—0,78 м./с. (2,35—2,64 в./ч.)	0,96 м./с. (3,2 в./ч.).

Средняя скорость входа и выхода 0,65 м./с. (2,2 в./ч.).

Наблюденія, произведенныя надъ прохожденіемъ помощью электрическихъ шпилей судовъ черезъ Мюнстерскій шлюзъ на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ, указываютъ на предѣлы скорости 0,36——0,87 мт./сек. (1,2—2,9 вер./час.), въ зависимости отъ нагруженности судовъ; наименьшую скорость показали суда съ грузомъ въ 1.000 тоннъ; первоначально по каналу предполагалось пропускать суда, груженыя только до 600 тоннъ. Такимъ образомъ, на Дортмундъ-Эмскомъ каналѣ средняя скорость движенія судовъ по шлюзамъ превышаетъ 2 версты въ часъ. Нельзя, однако, забывать, что германскія суда, о которыхъ говорилось выше, имѣютъ длину не болѣе 65 метровъ при грузоподъемности 600 тоннъ и наибольшую грузоподъемностью въ 1.000 тоннъ; а такъ какъ по мнѣнію германскихъ инженеровъ, механическое оборудованіе шлюзовъ повышаетъ скорость движенія судовъ почти вдвое, то кажется, что нормы, принятыя для шлюзованія Сѣвернаго Донца, гдѣ механическая вводка въ шлюзы не проектирована, едва ли оправдаются практикою. Для настоящаго проекта при механическомъ оборудованіи приняты слѣдующія среднія скорости движенія по шлюзамъ:

Для	судна	длиною	50	саж. . . .	1,5	верст./час.
»	»	»	40	» . . .	1,75	»
»	»	»	30	» . . .	2,00	»

Время же, необходимое для подхода или выхода судна изъ шлюза, получено изъ того соображенія, что судно въ моментъ

начала или конца шлюзованія должно находиться отъ короля шлюза на разстояніи своей длины; такимъ образомъ, получено:

Размѣры судовъ.	Время входа или выхода изъ шлюза.	
I. 50×7,5 с.	476 секундъ	285 секундъ
II. 40×6,3 »	326 »	209 »
III. 30×4,8 »	214 »	143 »

Послѣдняя графа предыдущей таблички соотвѣтствуетъ случаю непрерывнаго движенія судовъ въ одну сторону, когда ожидающее судно можетъ приблизиться къ королю на 10 саженъ.

Дѣлая сводку всѣхъ отдѣльныхъ элементовъ полнаго цикла шлюзованія, получаемъ слѣдующую табличку:

	Двустороннее движеніе.	Одностороннее движеніе.
Входъ судна	476 с.	285 с.
Закрываніе воротъ . . .	60 »	60 »
Наполненіе камеры . . .	480 »	480 »
Открываніе воротъ . . .	60 »	60 »
Выходъ судна	476 »	285 »
Входъ встрѣчнаго	476 »	— »
Закрываніе воротъ . . .	60 »	60 »
Опорожненіе камеры . .	480 »	480 »
Открываніе воротъ . . .	60 »	60 »
Выходъ встрѣчнаго . . .	476 »	— »
Итого	3.104 с. ≌ 52 м.	1.770 с. ≌ 30 м.

Пропускная способность въ различныхъ предположеніяхъ.

Разсчетъ пропускной способности шлюзовъ сдѣланъ въ трехъ предположеніяхъ: 1) одинаковаго движенія судовъ въ обоихъ направленіяхъ, 2) исключительнаго движенія въ одномъ направленіи и 3) въ предположеніи, что движеніе на западъ вдвое интенсивнѣе движенія встрѣчнаго. Кромѣ того, ниже приведены подсчеты для полносуточной работы и для 15-часовой работы. Пред-

варительно вычислена пропускная способность системы для работы въ теченіе мѣсяца *).

1. Случай равномѣрнаго двусторонняго движенія.

а) Работа 15 часовъ въ сутки (54.000 сек.)

	I.	II.	III.
Число двойн. шлюзованій . .	17	24	30
Суточный пропускъ, въ пудахъ, въ каждую сторону	2.040.000	1.920.000	1.200.000
Мѣсячный пропускъ, въ пудахъ, въ каждую сторону	61.200.000	57.600.000	36.000.000

б) Работа 24 часа въ сутки (86.400 сек.).

Число двойн. шлюзованій . .	28	38	48
Суточный пропускъ, въ пудахъ	3.360.000	3.040.000	1.920.000
Мѣсячный пропускъ въ каждую сторону . . .	100.800.000	91.200.000	57.600.000

*) Техническое Совѣщаніе внесло нѣкоторыя поправки въ нижеприведенное исчисленіе пропускной способности проектируемаго пути. Въ основѣ исчисленій автора проекта было предположеніе о шлюзованіи баржъ безъ буксировъ, работающихъ только въ бьефахъ, а Совѣщаніе исходило изъ принятой имъ длины камеры шлюзовъ въ 68 саж., которая позволяетъ буксировать одновременно съ баржами и буксиры. Соотвѣтственно съ этимъ положеніемъ время шлюзованія черезъ шлюзъ паденіемъ въ 4,3 саж. опредѣлилось для двусторонняго движенія въ 60 м., для односторонняго 36 мин., а пропускная способность изъ весьма осторожнаго разсчета времени совершенія перевозокъ грузовъ опредѣлилась въ 300 милл. пудовъ за навигацію.

2. Случай односторонняго движенія.

а) Работа 15 часовъ въ сутки.

	I.	II.	III.
Число ординарныхъ шлюзованій	31	39	43
Суточный пропускъ, въ пудахъ	3.720.000	3.120.000	1.720.000
Мѣсячный пропускъ въ одну сторону	111.600.000	93.600.000	51.600.000

б) Работа 24 часа въ сутки.

	I.	II.	III.
Число ординарныхъ шлюзованій	49	63	69
Суточный пропускъ, въ пудахъ	5.800.000	5.040.000	2.760.000
Мѣсячный пропускъ въ одну сторону	176.400.000	151.200.000	82.800.000

3. Случай неравномѣрнаго двусторонняго движенія.

Однако, болѣе вѣроятнымъ представляется неравномѣрное движеніе грузовъ и притомъ болѣе сильное съ востока на западъ. Предположеніе, что на западъ пойдетъ вдвое болѣе грузовъ, чѣмъ на востокъ, въ особенности можетъ оправдаться на р. Чусовой, гдѣ возможно ожидать значительнаго движенія мѣстныхъ грузовъ. Что же касается восточной части пути, то здѣсь движеніе грузовъ на востокъ будетъ незначительное.

Въ предположеніи, что на западъ движется вдвое болѣе грузовъ, чѣмъ на востокъ, получены слѣдующія цифры пропускной способности:

а) шлюзы работаютъ 15 часовъ въ сутки:

Число пропусковъ:	I.	II.	III.
на западъ	22	30	34
на востокъ	11	15	17
Въ сутки пудовъ:			
на западъ	2.640.000	2.400.000	1.360.000
на востокъ	1.320.000	1.200.000	680.000
Въ мѣсяцъ пудовъ:			
на западъ	79.200.000	72.000.000	40.800.000
на востокъ	39.600.000	36.000.000	20.400.000
Общій мѣсячный пропускъ въ пудахъ . .	118.800.000	108.000.000	61.200.000

б) шлюзы работаютъ полныя сутки:

Число пропусковъ:	I.	II.	III.
на западъ	36	48	54
на востокъ	18	24	27
Въ сутки пудовъ:			
на западъ	4.320.000	3.840.000	2.160.000
на востокъ	2.160.000	1.920.000	1.080.000
Въ мѣсяцъ пудовъ:			
на западъ	129.600.000	115.200.000	64.800.000
на востокъ	64.800.000	57.600.000	32.400.000
Общій мѣсячный пропускъ въ пудахъ . .	194.400.000	172.800.000	107.200.000

Полученныя цыфры даютъ лишь понятіе о теоретической возможной наибольшей пропускной способности Камско-Иртышскаго воднаго пути. Необходимо, однако, принять во вниманіе, что суда не будутъ грузиться до полной мѣры; напримѣръ, на Маріинской системѣ средняя нагрузка одного судна составляетъ двѣ трети наибольшей возможной. Кромѣ того, несомнѣнно, что водный путь по условіямъ подачи грузовъ будетъ работать не всю навигацію

равномѣрно. Поэтому, если принять, напримѣръ, за среднюю нагрузку одного судна—*двѣ трети допускаемой нагрузки*, *а полную работу ограничить тремя мѣсяцами*, то мы получимъ слѣдующія цыфры для возможной пропускной способности пути:

а) работа на шлюзахъ въ теченіе 15 часовъ:

I.	II.	III.
237,6 милл. пуд.	216,0 милл. пуд.	122,4 милл. пуд.

б) работа на шлюзахъ круглыя сутки:

388,8 милл. пуд.	345,6 милл. пуд.	214,4 милл. пуд.

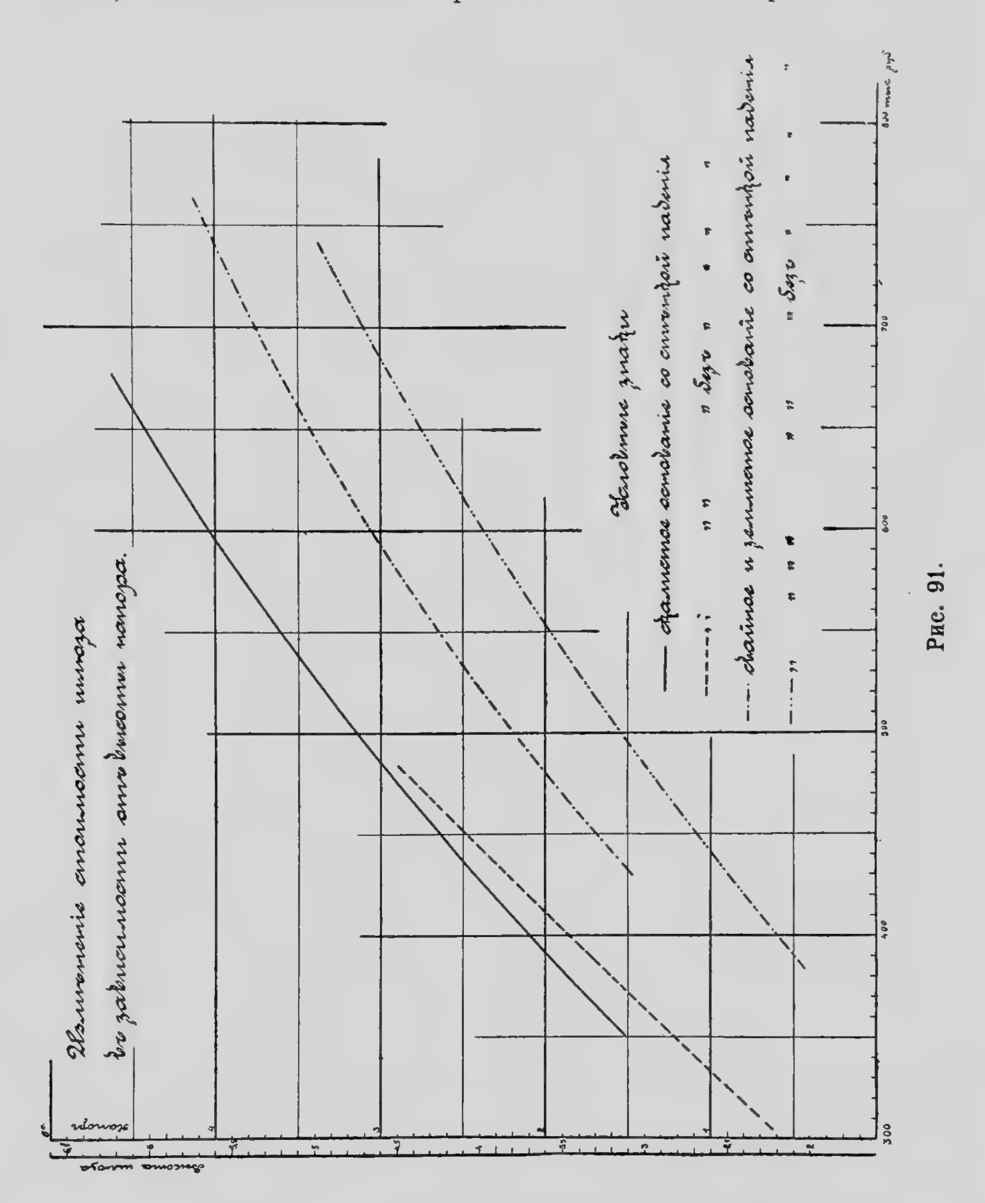
Глава XIV.

Стоимость шлюзовъ. Выводы и примѣры пользованія полученными данными.

Стоимость шлюзовъ разной высоты и конструкціи.

Съ цѣлью выясненія относительныхъ преимуществъ шлюзовъ различной высоты и конструкціи, примѣненныхъ въ проектѣ Камско-Иртышскаго воднаго пути, составлена сводная вѣдомость стоимости шлюзовъ, приложенная въ концѣ этой главы (приложеніе № 1) съ раздѣленіемъ по родамъ работъ. Въ эту вѣдомость вошли всѣ шлюзы съ указаніемъ ихъ порядковаго номера, величины паденія, полной высоты отъ короля до верхней площадки стѣнъ, полной длины, емкости шлюза, стоимостей работъ: земляныхъ, каменныхъ, мостовыхъ, деревянныхъ, фашинныхъ и «разныхъ» съ указаніемъ ихъ процентнаго отношенія къ полной стоимости шлюза. Далѣе указанъ характеръ основанія, стоимость шлюзовъ безъ постоянныхъ расходовъ (механическое оборудованіе, водоотливъ и гражданскія зданія), стоимость 1 куб. саж. емкости шлюза (графа 21) и стоимость шлюза, отнесенная къ 1 сажени паденія (графа 22). На основаніи числовыхъ данныхъ этой таблицы построены два графика; первый (рис. 91) изображаетъ законъ измѣненій стоимости шлюзовъ по мѣрѣ увеличенія въ нихъ паденія и показываетъ, что съ увеличеніемъ высоты шлюза довольно правильно растетъ и его стоимость; на второмъ графикѣ (рис. 92) построены кривыя, выражающія зависимость стоимости шлюза на одну сажень общей величины паденія для даннаго шлюза. Такихъ кривыхъ получено четыре съ разной конструкціей верхней головы, двѣ для шлюзовъ съ разными основаніями: скалистыми и землистыми (или свайными) и двѣ для шлюзовъ со стѣнкою паденія или безъ таковой.

Стоимость шлюзовъ при составленіи кривыхъ принималась полная, но безъ начисленія расходовъ на администрацію и не-



предвидѣнныя потребности, размѣръ которыхъ въ смѣтѣ проекта опредѣляется нѣкоторымъ % отъ суммы стоимости шлюза.

При разсмотрѣніи кривыхъ необходимо имѣть въ виду, что значительное вліяніе на внѣшній ихъ видъ оказываетъ размѣръ постоянныхъ расходовъ.

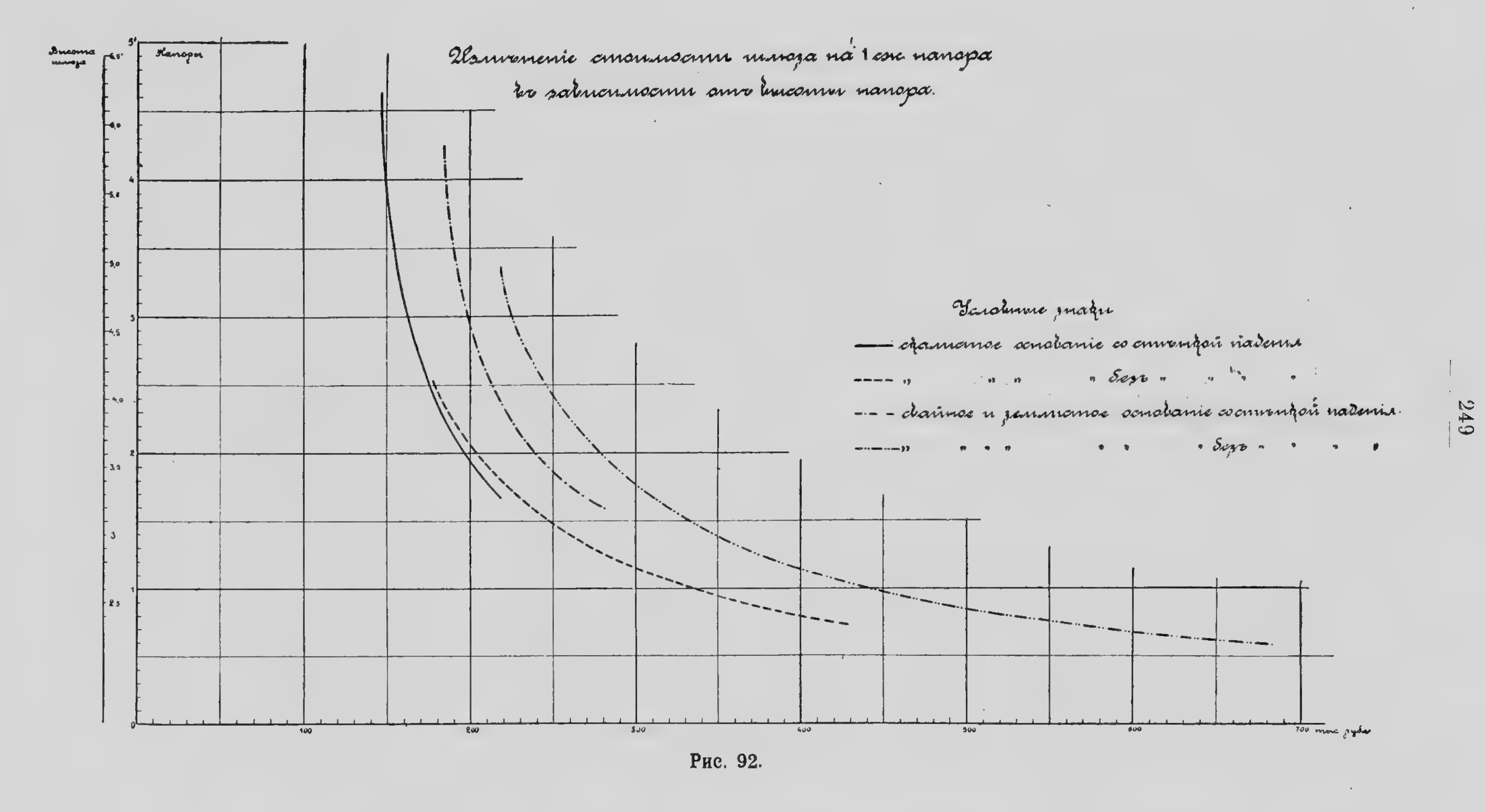

Измѣненіе стоимости шлюза на 1 саж. напора
въ зависимости отъ высоты напора.
Условные знаки
скалистое основаніе со стѣнкой паденія
„ „ „ безъ „ „ „
свайное и земляное основаніе со стѣнкой паденія
„ „ „ „ безъ „ „ „
Высота шлюза
Напоръ
100
200
300
400
500
600
700 тыс. рубл.

Рис. 92.

Выводы изъ сравненія стоимостей разныхъ шлюзовъ.

Разсмотрѣніе кривыхъ второго графика даетъ нѣкоторыя основанія къ слѣдующимъ выводамъ:

1) Шлюзы наибольшаго паденія, до 4,5 саж. наивыгоднѣйшіе *);

2) Крайне невыгодно понижать величины паденія въ шлюзахъ далѣе 1,5—1,0 саж.;

3) Примѣненіе стѣнки паденія въ землистыхъ грунтахъ даетъ значительную экономію. Напримѣръ, стоимость шлюза съ паденіемъ въ 2 сажени со стѣнкою паденія—476 тыс. руб., а безъ стѣнки паденія, тотъ же шлюзъ стоилъ бы—556 тыс. руб., т. е. на 17% дороже.

Относительное значеніе отдѣльныхъ видовъ работъ съ особою рельефностью выясняется при сопоставленіи ихъ процентнаго отношенія къ общей стоимости. При подобномъ сопоставленіи можно выяснить, по какимъ родамъ работъ возможно достичь значительной экономіи или перерасхода, и какіе роды работъ не имѣютъ особаго вліянія на общую стоимость.

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ.	Въ среднемъ на 114 шлюзовъ %% къ общей стомости.	Предѣлы колебанія въ %% къ общей стоимости.
Земляныя	6,6	1,3—24,5
Каменныя	58,1	50,5—70,8
Металлическія	7,5	3,0—15,4
Деревянныя	3,4	0,3—12,1
Фашинныя	1,2	0,5— 3,8
Механическое оборудованіе, водоотливъ и гражданскія зданія 108.400 р.	24,3	14,9—34,6

*) Изслѣдованіе Lickfeldt'а (Прюсманъ, вышецитированная брошюра) въ этомъ же направленіи указываетъ на наивыгоднѣйшую величину паденія около 4 метровъ въ примѣненіи къ шлюзамъ типа для новыхъ германскихъ водныхъ путей. Очевидно, что на нѣсколько другой результатъ, полученный здѣсь, главное вліяніе оказали большіе размѣры русскихъ шлюзовъ, а также значительность постоянныхъ расходовъ, ложащихся на стоимость шлюза. Примѣненіе въ новѣйшихъ нѣмецкихъ шлюзахъ бетона и желѣзобетона также повидимому значительно повысило величину наивыгоднѣйшаго паденія въ шлюзѣ.

Безъ приведенія основныхъ цѣнъ на единицы работъ, вошедшихъ въ составъ смѣтъ по сооруженію шлюзовъ, цыфры, приведенныя въ таблицѣ и графикахъ стоимости шлюзовъ, не могутъ быть сравниваемы съ подобными же цыфрами, получаемыми для другихъ, въ отношеніи цѣнъ, мѣстныхъ условій. Поэтому въ приложеніи № 2 къ настоящей главѣ приведена выписка цѣнъ на главнѣйшія работы по сооруженію шлюзовъ изъ вѣдомости единичныхъ цѣнъ на строительныя работы по устройству Камско-Иртышскаго воднаго пути. **Основныя цѣны.**

Матеріаломъ для составленія таблицы стоимости шлюзовъ послужили отдѣльныя смѣты на устройство каждаго шлюза проектируемой системы. **Смѣты на устройство шлюзовъ.**

Для полноты всѣхъ свѣдѣній о шлюзахъ, проектированныхъ для Камско-Иртышскаго воднаго пути въ приложеніяхъ № 3 и № 4 приведены, для, образца смѣты: на устройство одного шлюза и подходовъ къ нему.

Въ заключеніе описанія проектовъ шлюзовъ для воднаго пути между Камою и Иртышомъ и метода ихъ проектированія желательно остановиться на возможности практическаго использованія полученныхъ при проектированіи этихъ шлюзовъ данныхъ и матеріаловъ для работъ по составленію аналогичныхъ проектовъ искусственныхъ водныхъ путей. **Примѣры пользованія полученными данными.**

Использованіе матеріаловъ Камско-Иртышскаго проекта, примѣняемое въ зависимости отъ цѣлей проектированія, можетъ дать результаты, болѣе или менѣе приближенные. Возможно использованіе въ двухъ случаяхъ: а) при совпаденіи основныхъ заданій для проектированія шлюзовъ съ основными заданіями Камско-Иртышскихъ шлюзовъ и б) въ случаѣ нѣкоторыхъ отступленій отъ этихъ заданій.

А. Заданія для шлюзовъ совпадаютъ съ Камско-Иртышскими.

Въ этомъ случаѣ возможны слѣдующіе виды пользованія результатами работъ по проектированію описанныхъ шлюзовъ.

I. *Использованіе графиковъ стоимостей шлюзовъ.*

При необходимости быстро получить стоимости шлюзовъ въ самомъ грубомъ приближеніи къ дѣйствительной стоимости, находящейся въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, возможно пользоваться графикомъ стоимости шлюзовъ съ разнымъ паденіемъ и разными основаніями (рис. 91 на стр. 248), беря за основу величину паденія въ шлюзѣ.

Возможно нѣсколько улучшить результаты этой работы, производя сравненіе мѣстныхъ цѣнъ на основныя единицы работъ по сооруженію шлюзовъ, главнымъ образомъ на каменныя работы, съ цѣнами, приведенными въ приложеніи № 2, и введя соотвѣтствующія поправки, на основаніи данныхъ о вліяніи стоимости отдѣльныхъ работъ на стоимость шлюза (таблица въ приложеніи № 1).

Графикъ стоимости шлюза на сажень паденія въ немъ въ зависимости отъ величины полнаго паденія (рис. 92 на стр. 249) даетъ возможность составлять всевозможные варіанты распредѣленія паденій въ шлюзахъ проектируемаго пути и сравнивать ихъ относительную выгодность.

Тѣ же графики позволяютъ учесть выгодность примѣненія той или иной конструкціи шлюза, со стѣнкой паденія или безъ нея на скалистомъ или на землистомъ основаніи.

II. *Использованіе графиковъ количества работъ.*

Въ случаѣ необходимости получить результаты проектированія шлюзовъ, болѣе отвѣчающіе условіямъ данной мѣстности, является полная возможность устранить вліяніе на стоимость шлюзовъ цѣнъ, принятыхъ въ проектѣ, и отчасти умалить вліяніе многихъ мѣстныхъ условій Камско-Иртышскаго пути.

Для этого необходимо обратиться къ графикамъ для подсчета количества работъ, приведеннымъ въ главѣ IX-ой и составить, пользуясь этими графиками, смѣты шлюзовъ по образцу приложеній № 3 и № 4, заполнивъ графу для цѣнъ мѣстными цѣнами. Желательно, чтобы составленію этихъ смѣтъ предшествовали вѣдомости шлюзовъ и количествъ отдѣльныхъ работъ по ихъ устройству, составленныя по образцамъ этихъ вѣдомостей, приведеннымъ въ девятой главѣ.

III. *Использованіе графиковъ измѣненія размѣровъ частей шлюзовъ.*

Имѣя въ распоряженіи болѣе значительное количество времени и желая лишь до нѣкоторой степени использовать матеріалы проектированія Камско-Иртышскаго воднаго пути съ цѣлью получить проекты шлюзовъ, вполнѣ отвѣчающіе даннымъ условіямъ мѣстности, все же можно значительно сократить время проектированія, воспользовавшись графикомъ, заключающимъ въ себѣ кривыя измѣненія размѣровъ главнѣйшихъ частей шлюзовъ въ зависимости отъ измѣненія величины паденія въ нихъ. Этотъ графикъ приведенъ и описанъ въ главѣ VI на стран. 140 (рис. 61).

Получивъ основные размѣры отдѣльныхъ частей, придется сдѣлать эскизные чертежи проектируемыхъ шлюзовъ, не производя разсчетовъ и итти далѣе тѣмъ же путемъ, какъ шло описанное проектированіе шлюзовъ для Камско-Иртышскаго пути, т. е. произвести по эскизамъ подсчеты количества работъ, внести данныя этихъ подсчетовъ въ вѣдомости и въ смѣты.

Такъ же, какъ предыдущіе, и этотъ графикъ можетъ послужить при этой работѣ для составленія различныхъ варіантовъ конструкцій нѣкоторыхъ частей шлюзовъ и для сравненія относительной выгодности и раціональности составленныхъ варіантовъ.

IV. *Использованіе матеріаловъ проекта шлюзовъ для пропуска маломѣрныхъ судовъ* (40 с. × 6,5 саж. × $^{10}/_4$ арш. и 30 саж × × 4,8 саж, × $^{10}/_4$ арш.).

Данныя, полученныя при эскизномъ проектированіи шлюзовъ, пропускающихъ маломѣрныя суда, обработанныя въ табличномъ видѣ въ главѣ VI-ой, даютъ возможность произвести необходимые подсчеты количества работъ въ шлюзахъ, отличающихся по своимъ размѣрамъ отъ основныхъ, разсчитанныхъ на пропускъ типового для Камско-Иртышскаго пути судна (50 саж. × 7,5 с. × $^{10}/_4$ арш.), произвести такое же эскизное, какъ это было сдѣлано для этого пути, сравненіе стоимостей устройства шлюзовъ для водныхъ путей, разсчитанныхъ на плаваніе судовъ, имѣющихъ различные размѣры.

Б. Заданія для шлюзовъ отличаются отъ Камско-Иртышскихъ.

I. *Шлюзы имѣютъ другую полезную длину камеры.*

Увеличеніе или уменьшеніе полезной длины камеры шлюзовъ отразится соотвѣтствующимъ образомъ на длинѣ камерныхъ стѣнъ. Такъ какъ въ графикахъ измѣненія количествъ работъ по сооруженію шлюза выдѣлены главнѣйшіе роды работъ по устройству головъ, то возможно подсчитать по кривымъ количества работъ по устройству камерныхъ стѣнъ на единицу длины и, построивъ графикъ ихъ измѣненія въ зависимости отъ величины паденія въ шлюзѣ, пользоваться этимъ графикомъ для опредѣленія количества работъ по сооруженію шлюзовъ разныхъ паденій съ любою полезною длиною камеры.

Для болѣе грубаго подсчета или въ случаѣ совпаденія основныхъ цѣнъ на единицы работъ возможно сократить процедуру подсчета, построивъ сразу графикъ измѣненія стоимости погонной единицы камерныхъ стѣнъ, какъ это было сдѣлано при разсмотрѣніи проекта въ Техническомъ Бюро, когда имъ была увеличена полезная длина камеръ шлюзовъ съ 53 саженъ до 68 саженъ.

II. *Шлюзы имѣютъ другую полезную ширину камеры.*

Въ этомъ случаѣ придется воспользоваться данными изъ проектовъ шлюзовъ, разсчитанныхъ на пропускъ маломѣрныхъ судовъ шириною въ 6,3 и 4,8 сажени. Эти данныя носятъ эскизный характеръ, что необходимо имѣть въ виду при пользованіи ими.

На основаніи вычисленныхъ длинъ упорныхъ стѣнъ для разныхъ паденій въ шлюзахъ при ихъ разной ширинѣ, приведенныхъ въ таблицѣ на стран. 210, возможно построить графики измѣненія длинъ упорныхъ стѣнъ въ зависимости отъ величины паденія въ шлюзахъ, имѣющихъ любую ширину въ предѣлахъ между 8 и 4,8 саж. Остальные основные элементы частей шлюзовъ мало зависятъ отъ величины полезной ширины камеры. Для опредѣленія стоимости воротъ, весьма зависящей отъ ширины перекрываемаго ими отверстія, имѣется полный матеріалъ въ графикѣ на стран. 62 (рис. 31). Данныя,

заключенныя въ сводныхъ таблицахъ съ опредѣленіемъ количества работъ по сооруженію шлюзовъ разной ширины (главы VI и VII), даютъ необходимый матеріалъ для примѣрнаго подсчета количества работъ въ шлюзахъ, имѣющихъ разную полезную ширину и разное паденіе, такъ какъ представляется вполнѣ возможной интерполяція между полученными въ проектѣ данными, относящимися къ тремъ разнымъ заданіямъ ширины камеры.

III. *Шлюзы имѣютъ другую глубину на королѣ.*

Матеріалъ, полученный при работахъ по составленію проекта Камско-Иртышскаго воднаго пути, даетъ возможность отвѣтить на вопросъ относительно стоимости шлюзовъ, имѣющихъ иную глубину на королѣ, лишь приблизительно, такъ какъ всѣ подсчеты въ этомъ случаѣ основываются на условномъ предположеніи, что измѣненіе глубины на королѣ замѣняется измѣненіемъ величины паденія въ шлюзѣ, а такое предположеніе придаетъ всѣмъ заключеніямъ характеръ приблизительныхъ.

Дѣлая указанное предположеніе, можно пользоваться тѣми же графиками, которые уже упоминались выше, но въ виду приблизительности всѣхъ подсчетовъ, придется на практикѣ пользоваться, главнымъ образомъ, графикомъ стоимости шлюзовъ (рис. 91 на стран. 248), который имѣетъ для этого случая пользованія имъ по оси ординатъ кривыхъ вторую шкалу, на которую нанесены высоты стѣнъ шлюза, полученныя сложеніемъ возвышенія площадокъ шлюза надъ горизонтомъ воды въ верхнемъ бьефѣ, величины паденія и глубины на нижнемъ королѣ.

При помощи этого графика были пересчитаны стоимости шлюзовъ Камско-Иртышскаго пути послѣ того, какъ Бюро по разсмотрѣнію проекта увеличило глубину на королѣ до 1,35 сажени.

Заключеніе.

Наличіе указанныхъ выше случаевъ возможнаго использованія матеріаловъ, вошедшихъ въ составъ Камско-Иртышскаго проекта и выполнившихъ тѣмъ самымъ свое прямое назначеніе, для дальнѣйшихъ аналогичныхъ работъ, служитъ лучшимъ подтвержденіемъ правильности выбраннаго метода проектированія шлюзовъ.

Описанный методъ былъ примѣненъ въ такомъ большомъ масштабѣ впервые, такъ какъ ранѣе составленія Камско-Иртышскаго пути только при проектированіи нѣсколькихъ шлюзовъ въ 1910 году для проекта шлюзованія рѣкъ Туры и Тобола были введены въ проектъ основы того же метода.

Недостатокъ времени и полное отсутствіе примѣровъ подобнаго рода работъ придали результатамъ проектированія по примѣненному методу значеніе перваго приближенія, но цѣлесообразность этого метода, давшаго возможность получить вполнѣ сравнимые матеріалы, заставляютъ пожелать, чтобы это приближеніе, будучи первымъ, не оказалось послѣднимъ и повлекло за собою дальнѣйшія работы въ томъ же направленіи.

Сводная вѣдомость стоимости шлюзовъ: полной и по отдѣльнымъ родамъ работъ.

Для размѣровъ судна: длиною 50 саж., шириною 7,5 саж.

№№ шлюзовъ.	Паденіе въ саж.	Высота шлюза въ саж.	Длина шлюза въ саж.	Емкость шлюза въ кб. саж.	СТОИМОСТЬ ВЪ ТЫ						
					Земляныя работы (котлованы и нагорныя канавы).	% къ полной стоимости шлюза.	Каменныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Металлическія работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Деревянныя работы.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
							Нижняя				
1	1,94	3,89	75,3	2.344	37,4	6,7	284,1	50,6	40,6	7,3	86,7
2	1,67	3,12	72,0	1.797	41,3	9,1	233,3	51,6	28,2	6,2	38,3
3	1,67	3,12	72,0	1.797	32,9	7,0	238,9	50,5	28,2	6,0	61,6
4	1,67	3,12	72,0	1.797	19,8	4,3	242,3	52,1	28,2	6,1	63,3
5	1,67	3,12	72,0	1.797	28,8	6,6	235,4	53,4	28,2	6,4	37,2
6	1,67	3,12	72,0	1.797	15,1	3,4	236,8	53,9	28,2	6,4	48,1
7	1,67	3,12	72,0	1.797	29,4	6,7	231,9	53,0	28,2	6,4	37,2
8	1,67	3,12	72,0	1.797	21,5	5,0	231,2	53,6	28,2	6,5	39,1
9	1,67	3,12	72,0	1.797	13,2	3,0	238,2	54,6	28,2	6,4	45,7
							Средняя				
10а	3,30	4,90	72,5	2.841	19,3	2,7	471,5	64,9	110,6	15,2	16,6
10б	3,40	5,00	69,9	2.795	55,2	8,2	430,8	64,2	65,3	9,7	11,4
11а	3,35	4,95	70,0	2.772	75,0	13,7	332,9	60,6	31,2	5,7	1,7
11б	3,45	5,05	69,9	2.824	155,9	24,1	342,0	52,9	38,6	6,0	1,7
12	2,50	4,10	69,2	2.269	29,4	5,5	338,4	63,1	48,7	9,1	11,1
13	3,40	5,00	70,1	2.805	52,0	9,8	337,6	63,5	32,2	6,1	1,7
14	2,30	3,90	69,0	2.152	42,3	10,1	245,6	58,8	20,1	4,8	1,6
15	3,00	4,60	69,6	2.560	51,4	10,5	302,7	61,6	26,8	5,5	1,7

…СЯЧАХЪ РУБЛЕЙ.						Характеръ основаній.	Стоимость шлюза безъ механич. обор. водоотл. и гр. здан., гр. 18—гр. 16.	Стоимость 1 кб. единицы емкости шлюза, гр. 20 : гр. 5.	Стоимость на 1 саж. паденія въ тыс. рублей, гр. 18 : гр. 2.	№№ шлюзовъ.
% къ полной стоимости шлюза.	Фашинныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Механическое оборудов. Водоотл. Гражд. зданія со служб.	% къ полной стоимости шлюза.	Полная стоимость шлюза.					
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Чусовая.										
15,5	2,6	0,5	108,4	19,4	559,8	свайн.	451,4	192,6	289	1
8,5	2,6	0,6	108,4	24,0	452,1	„	343,7	191,2	271	2
13,0	2,6	0,6	108,4	22,9	472,6	„	364,2	202,6	283	3
13,6	2,6	0,6	108,4	23,3	464,6	„	356,2	198,2	278	4
8,4	2,6	0,6	108,4	24,6	440,6	„	332,2	184,9	264	5
11,0	2,6	0,6	108,4	24,7	439,2	„	330,8	184,1	263	6
8,5	2,6	0,6	108,4	24,8	437,7	„	329,3	183,2	262	7
9,1	2,6	0,6	108,4	25,2	431,0	„	322,6	179,5	258	8
10,5	2,6	0,6	108,4	24,9	436,3	„	327,9	182,5	261	9
Чусовая.										
2,3	—	—	108,4	14,9	726,4	землист.	618,0	217,5	220	10а
1,7	—	—	108,4	16,2	671,1	„	562,7	201,3	197	10б
0,3	—	—	108,4	19,7	549,2	скалист.	440,8	159,0	164	11а
0,3	—	—	108,4	16,7	646,6	„	538,2	190,5	187	11б
2,1	—	—	108,4	20,2	536,0	землист.	427,6	188,5	214	12
0,3	—	—	108,4	20,3	531,9	скалист.	423,5	151,0	156	13
0,4	—	—	108,4	25,9	418,0	„	309,6	143,8	182	14
0,3	—	—	108,4	22,1	491,0	„	382,6	149,4	164	15

№№ шлюзовъ.	Паденіе въ саж.	Высота шлюза въ саж.	Длина шлюза въ саж.	Емкость шлюза въ кб. саж.	СТОИМОСТЬ ВЪ ТЫ						
					Земляныя работы (котлованы и нагорныя канавы).	% къ полной стоимости шлюза.	Каменныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Металлическія работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Деревянныя работы.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	4,30	5,90	70,7	3.337	66,9	10,4	429,0	66,8	35,6	5,6	1,9
17	4,20	5,80	71,5	3.319	35,8	5,9	417,4	68,8	43,2	7,11	2,1
18а	2,55	4,15	71,9	2.387	11,4	1,8	390,9	62,8	96,0	15,4	15,8
18б	2,65	4,25	69,6	2.366	26,3	4,8	352,5	64,0	52,1	9,5	11,2
19	1,80	3,40	68,7	1.870	14,9	3,2	288,7	62,6	39,5	8,6	9,8
20	4,00	5,60	71,4	3.197	33,5	4,5	504,0	68,1	82,3	11,1	12,1
21	2,50	4,10	69,2	2.269	99,9	20,3	261,5	53,0	21,8	4,4	1,6
22	3,50	5,10	70,6	2.882	51,8	9,5	346,7	63,7	35,4	6,5	1,9
23	3,00	4,60	69,6	2.560	40,1	8,4	302,7	63,1	26,8	5,6	1,7
24	3,00	4,60	69,8	2.568	29,7	5,0	388,2	65,1	58,6	9,8	11,4
25	2,00	3,60	68,7	1.978	41,0	8,3	292,0	59,3	41,0	8,3	9,8
26	3,00	4,60	70,7	2.603	21,0	3,5	388,2	65,5	63,5	10,7	11,7
27	1,50	3,10	71,0	1.761	17,8	3,7	289,5	59,5	58,6	12,1	12,6
28	4,00	5,60	71,1	3.186	49,5	8,3	396,6	66,4	40,8	6,8	2,0
29	3,00	4,60	70,1	2.579	35,6	7,5	302,6	63,4	29,1	6,1	1,8
30	4,50	6,10	71,8	3.501	33,6	5,1	467,6	70,8	48,5	7,3	2,1
31	0,75	2,35	69,5	1.306	23,2	7,4	170,4	54,3	9,5	3,0	2,2
32	1,00	2,60	70,1	1.457	29,5	8,8	182,2	54,4	12,3	3,7	2,3
33	1,50	3,10	71,0	1.761	27,4	5,5	289,5	58,3	58,6	11,8	12,6
34	1,25	2,85	70,6	1.609	21,2	4,6	271,9	58,6	50,3	10,6	12,6
35	1,50	3,10	71,0	1.761	26,5	5,3	289,5	58,4	58,6	11,8	12,6

...СЯЧАХЪ РУБЛЕЙ.						Характеръ основаній.	Стоимость шлюза безъ механич. обор. водоотл. и гр. здан., гр. 18—гр. 16.	Стоимость 1 кб. единицы емкости шлюза, гр. 20 : гр. 5.	Стоимость на 1 саж. паденія въ тыс. рублей, гр. 18 : гр. 2.	№№ шлюзовъ.
% къ полной стоимости шлюза.	Фашинныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Механическое оборудов. Водоотл. Гражд. зданія со служб.	% къ полной стоимости шлюза.	Полная стоимость шлюза.					
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
0,3	—	—	108,4	16,9	641,7	скалист.	533,4	159,8	149	16
0,3	—	—	108,4	17,9	606,9	„	498,5	150,2	145	17
2,54	—	—	108,4	17,4	622,5	землист.	514,1	215,3	244	18а
2,0	—	—	108,4	19,7	550,5	„	442,1	186,8	208	18б
2,1	—	—	108,4	23,5	461,3	„	352,9	188,7	256	19
1,6	—	—	108,4	14,7	740,3	„	631,9	197,6	185	20
0,3	—	—	108,4	22,0	493,2	скалист.	384,8	169,6	197	21
0,4	—	—	108,4	19,9	544,2	„	435,8	151,2	155	22
0,3	—	—	108,4	22,6	479,7	„	371,3	150,3	160	23
1,9	—	—	108,4	18,2	596,3	землист.	487,9	190,0	199	24
2,0	—	—	108,4	22,0	492,2	„	383,8	194,1	246	25
2,0	—	—	108,4	18,3	592,8	„	484,4	186,1	198	26
2,6	—	—	108,4	22,3	486,9	„	378,5	214,9	325	27
0,3	—	—	108,4	18,2	597,3	скалист.	488,9	153,4	149	28
0,4	—	—	108,4	22,7	477,5	„	369,1	143,2	159	29
0,3	—	—	108,4	16,4	660,2	„	551,8	157,6	147	30
0,7	—	—	108,4	34,6	313,7	„	205,3	157,3	418	31
0,7	—	—	108,4	32,4	334,7	„	226,3	155,3	335	32
2,5	—	—	108,4	21,8	496,5	землист.	388,1	220,3	331	33
2,7	—	—	108,4	23,5	464,4	„	356,0	221,3	372	34
2,6	—	—	108,4	21,9	495,6	„	387,2	219,9	330	35

№№ шлюзовъ.	Паденіе въ саж.	Высота шлюза въ саж.	Длина шлюза въ саж.	Емкость шлюза въ кб. саж.	Стоимость въ ты						
					Земляныя работы (котлованы и нагорныя канавы).	% къ полной стоимости шлюза.	Каменныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Металлическія работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Деревянныя работы.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									В о д о		
36	2,50	4,10	69,6	2.284	9,3	2,4	261,5	64,6	23,7	5,8	1,7
37	2,00	3,60	68,8	1.982	23,3	6,1	228,6	60,1	18,3	4,8	1,6
38	2,00	3,60	68,7	1.978	15,1	4,2	223,0	60,9	17,7	4,8	1,6
39	2,00	3,60	68,7	1.978	32,4	8,5	223,0	58,2	17,7	4,6	1,6
40	2,00	3,60	68,7	1.978	38,0	9,8	223,0	57,4	17,7	4,5	1,6
41	2,00	3,60	68,7	1.978	24,7	6,6	223,0	59,4	17,7	4,7	1,6
42	2,00	3,60	69,7	2.008	17,2	4,6	223,0	59,8	22,5	6,0	1,9
43	2,00	3,60	71,4	2.056	4,9	1,3	230,2	62,0	25,2	6,0	2,7
44	2,00	3,60	68,7	1.978	27,1	7,2	223,0	59,0	17,7	4,7	1,6
45	2,00	3,60	68,7	1.978	39,6	10,2	223,0	57,1	17,7	4,5	1,6
46	2,00	3,60	68,7	1.978	13,9	3,8	223,0	61,8	17,7	4,9	1,6
47	2,00	3,60	69,6	2.004	10,9	3,0	223,0	60,9	21,7	5,9	1,9
48	3,00	4,60	72,3	2.660	12,6	2,6	314,8	65,3	42,9	8,9	3,1
49	2,30	3,90	69,4	2.166	7,2	1,5	319,3	64,8	47,8	9,7	10,0
50	1,90	3,50	68,6	1.920	7,9	1,8	283,1	63,0	39,9	8,9	9,8
51	1,90	3,50	68,9	1.928	5,9	1,3	283,1	63,1	41,2	9,2	9,8
52	1,90	3,50	68,6	1.920	8,3	1,8	283,1	63,0	39,9	8,9	1,0
53	1,90	3,50	68,6	1.920	58,4	14,6	215,5	53,7	17,2	4,3	1,6
							В е р х н я я				
54	3,40	5,00	69,8	2.793	47,3	8,9	337,6	63,7	30,8	5,8	6,2
55	1,35	2,95	70,7	1.670	20,3	5,9	199,3	57,6	15,5	4,5	2,4
56	1,75	3,35	68,4	1.833	28,5	7,1	219,3	54,3	16,0	3,9	31,5

СЯЧАХЪ РУБЛЕЙ.										
% къ полной стоимости шлюза.	Фашинныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Механическое оборудов. Водоотл. Гражд. зданія со служб.	% къ полной стоимости шлюза.	Полная стоимость шлюза.	Характеръ основаній.	Стоимость шлюза безъ механич. обор. водоотл. и гр. здан., гр. 18 — гр. 16.	Стоимость 1 кб. единицы емкости шлюза, гр. 20 : гр. 5.	Стоимость на 1 саж. паденія въ тыс. рублей, гр. 18 : гр. 2.	№№ шлюзовъ.
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
р а з д ѣ л ъ.										
0,4	—	—	108,4	26,8	404,6	скалист.	296,2	129,8	162	36
0,4	—	—	108,4	28,6	380,2	„	271,8	137,1	190	37
0,4	—	—	108,4	29,7	365,8	„	257,4	130,1	183	38
0,4	—	—	108,4	28,3	383,1	„	274,6	138,8	192	39
0,4	—	—	108,4	27,9	388,7	„	280,2	141,2	194	40
0,4	—	—	108,4	28,9	375,4	„	267,0	133,9	188	41
0,5	—	—	108,4	29,1	373,0	„	264,6	131,8	187	42
0,7	—	—	108,4	29,2	371,4	„	263,0	127,9	186	43
0,4	—	—	108,4	28,7	377,8	„	269,4	136,2	189	44
0,4	—	—	108,4	27,8	390,3	„	281,9	142,5	195	45
0,4	—	—	108,4	29,8	364,6	„	256,2	129,5	182	46
0,5	—	—	108,4	29,7	365,9	„	257,5	128,5	183	47
0,6	—	—	108,4	22,6	481,8	„	373,4	140,8	161	48
2,0	—	—	108,4	22,0	492,7	землист.	384,3	177,4	214	49
2,2	—	—	108,4	24,1	449,1	„	340,7	177,4	236	50
2,2	—	—	108,4	24,2	448,4	„	340,0	176,3	236	51
2,2	—	—	108,4	24,1	440,7	„	332,3	173,1	232	52
0,4	—	—	108,4	27,0	401,1	скалист.	292,7	152,4	211	53
И с е т ь.										
1,2	—	—	108,4	20,4	530,3	скалист.	421,9	151,1	156	54
0,7	—	—	108,4	31,3	345,9	„	237,5	142,2	256	55
7,8	—	—	108,4	26,9	403,7	„	295,3	161,1	231	56

№№ шлюзовъ.	Паденіе въ саж.	Высота шлюза въ саж.	Длина шлюза въ саж.	Емкость шлюза въ кб. саж.	СТОИМОСТЬ ВЪ ТЫ						
					Земляныя работы (котлованы и нагорныя канавы).	% къ полной стоимости шлюза.	Каменныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Металлическія работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Деревянныя работы.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
57	1,00	2,60	70,1	1.457	27,9	8,4	182,2	54,7	12,3	3,7	2,2
58	1,10	2,70	70,3	1.518	21,6	4,8	259,7	58,0	45,6	10,2	12,4
59	1,15	2,75	70,3	1.546	14,6	3,2	269,3	59,6	47,0	10,4	12,4
60	1,75	3,35	69,1	1.853	15,7	3,9	219,3	54,7	19,5	4,9	37,8
61	2,25	3,85	68,9	2.123	53,4	12,6	241,7	56,9	19,7	4,6	1,5
62	2,50	4,10	69,2	2.269	24,6	5,9	261,8	62,6	21,8	5,2	1,5
63	2,00	3,60	68,7	1.978	8,3	2,1	223,0	56,5	17,6	4,5	37,6
64	1,75	3,35	68,4	1.833	26,1	7,0	219,3	59,1	16,0	4,3	1,5
65	1,00	2,60	70,0	1.457	12,1	2,7	252,5	55,1	42,6	9,3	42,3
66	2,10	3,70	68,8	2.004	15,8	3,2	320,8	64,4	42,6	8,5	10,4
67	1,50	3,10	71,0	1.761	27,5	7,6	206,8	56,9	18,5	5,1	2,4
68	1,15	2,75	70,4	1.548	16,2	4,7	189,4	54,9	14,1	4,1	16,7
69	1,25	2,85	70,1	1.597	25,1	6,7	194,4	51,7	15,3	4,1	32,3
70	1,50	3,10	71,0	1.761	38,9	10,4	206,8	55,1	18,5	4,9	2,4
71	2,00	3,60	69,1	1.991	21,0	5,3	223,0	56,4	26,5	6,7	16,5
72	2,25	3,85	68,9	2.123	39,2	9,6	241,7	58,9	19,5	4,7	1,5
73	3,25	4,85	70,5	2.735	49,3	9,5	324,1	62,8	32,9	6,4	1,7
74	4,00	5,60	70,1	3.141	176,4	24,5	392,2	54,3	35,7	4,9	9,2
75	4,00	5,60	71,2	3.191	47,9	8,2	384,7	66,2	38,3	6,6	1,8
76	2,50	4,10	71,9	2.357	22,2	4,9	285,2	63,0	33,3	7,4	2,7
77	2,00	3,60	69,2	1.994	54,0	13,3	223,0	54,8	20,1	4,9	1,6
78	2,00	3,60	69,8	2.009	19,1	4,4	223,0	53,2	22,9	5,3	59,0

…СЯЧАХЪ РУБЛЕЙ.						Характеръ основаній.	Стоимость шлюза безъ механич. обор. водоотл. и гр. здан., гр. 18—гр. 16.	Стоимость 1 кб. единицы емкости шлюза, гр. 20 : гр. 5.	Стоимость на 1 саж. паденія въ тыс. рублей, гр. 18 : гр. 2.	№№ шлюзовъ.
% къ полной стоимости шлюза.	Фашинныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Механическое оборудов. Водоотл. Гражд. зданія со служб.	% къ полной стоимости шлюза.	Полная стоимость шлюза.					
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
0,7	—	—	108,4	32,5	333,0	скалист.	224,6	154,1	333	57
2,8	—	—	108,4	24,2	447,7	землист.	339,3	223,5	407	58
2,8	—	—	108,4	24,0	451,7	„	343,3	222,1	393	59
9,4	—	—	108,4	27,1	400,7	скалист.	292,3	157,7	229	60
0,4	—	—	108,4	25,5	424,7	„	316,3	149,0	189	61
0,4	—	—	108,4	25,9	418,1	„	309,7	136,5	167	62
9,5	—	—	108,4	27,5	394,9	„	286,5	144,8	197	63
0,4	—	—	108,4	29,2	371,3	„	262,9	143,4	212	64
9,2	—	—	108,4	23,7	457,9	землист.	349,5	239,9	458	65
2,1	—	—	108,4	21,8	498,0	„	389,6	191,4	237	66
0,6	—	—	108,4	29,8	363,6	скалист.	255,2	144,9	242	67
4,8	—	—	108,4	31,5	344,8	„	236,4	152,7	38	68
8,6	—	—	108,4	28,9	375,5	„	267,1	167,2	300	69
0,7	—	—	108,4	28,9	375,0	„	266,6	151,4	250	70
4,2	—	—	108,4	27,4	395,4	„	287,0	144,2	198	71
0,4	—	—	108,4	26,4	410,3	„	301,9	142,2	182	72
0,3	—	—	108,4	21,0	516,4	„	408,0	149,2	159	73
1,3	—	—	108,4	15,0	721,9	„	613,5	195,3	181	74
0,3	—	—	108,4	18,7	581,1	„	472,7	148,1	145	75
0,6	—	—	108,4	24,0	451,8	„	342,4	145,2	181	76
0,4	—	—	108,4	26,6	407,1	„	298,7	149,8	204	77
12,1	—	—	108,4	25,0	432,4	„	324,0	161,2	216	78

№№ шлюзовъ.	Напоръ въ саж.	Высота шлюза въ саж.	Длина шлюза въ саж.	Емкость шлюза въ кб. саж.	СТОИМОСТЬ ВЪ ТЫ						
					Земляныя работы (котлованы и нагорныя канавы).	% къ полной стоимости шлюза.	Каменныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Металлическія работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Деревянныя работы.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
79	2,00	3,60	68,7	1.978	42,7	10,8	223,0	56,9	17,6	4,5	1,5
80	2,00	3.60	68,7	1.978	49,5	12,4	223,0	55,8	17,6	4,4	1,5
81	2,00	3,60	69,4	1.998	26,4	6,9	223,0	58,1	24,4	6,4	1,7
82	1,25	2,85	70,6	1.609	28,6	6,1	270,1	57,5	50,3	10,6	12,5
83	1,00	2,60	70,1	1.457	28,2	6,3	253,2	57,1	42,6	9,6	12,3
84	1,00	2,60	70,1	1.457	20,6	4,7	253,2	58,0	42,6	9,8	12,3
85	1,00	2,60	70,1	1.457	16,2	3,5	253,2	54,7	42,6	9,3	42,3
86	1,00	2,60	70,1	1.457	24,3	5,5	253,2	57,5	42,6	9,7	12,3
87	1,00	2,60	70,1	1.457	26,0	5,8	257,1	57,6	42,6	9,6	12,3
88	1,00	2,60	70,1	1.457	26,2	5,2	275,3	54,5	42,6	8,5	52,2
89	1,00	2,60	70,1	1.457	29,4	6,6	249,2	55,6	42,6	9,5	18,7
90	1,00	2,60	70,1	1.457	23,6	5,1	249,2	53,4	42,6	9,1	42,3
91	1,00	2,60	70,1	1.457	24,6	5,6	260,3	58,0	42,6	9,5	12,3
92	1,00	2,60	70,1	1.457	26,9	6,1	249,2	56,8	42,6	9,7	12,3
93	0.65	2,25	69,2	1.245	27,9	6,9	224,9	55,4	32,7	7,1	11,9
94	1.35	2,95	70,7	1.669	29,0	6,0	275,5	57,5	53,6	11,2	12,6
95	0,75	2,35	69,5	1.306	25,9	6,3	231,6	56,0	35,5	8,6	12,0
96	0.90	2,50	69,8	1.396	26,4	6,1	242,8	56,5	39,7	9,2	12,2
97	1,10	2,70	70,3	1.518	32,9	7,2	256,3	56,2	45,6	10,0	12,4
98	0,60	2,20	69,0	1.215	27,5	6,9	221,5	55,4	31,4	7,9	11,9
99	0,80	2.40	69,6	1.336	22,7	5,5	235,2	56,7	36,1	8,7	12,1
100	0,80	2,40	69,6	1.336	30,2	7,1	235,2	55,8	36,1	8,6	12,1

…СЯЧАХЪ РУБЛЕЙ.										
% къ полной стоимости шлюза.	Фашинныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Механическое оборудов. Водоотл. Гражд. зданія со служб.	% къ полной стоимости шлюза.	Полная стоимость шлюза.	Характеръ основаній.	Стоимость шлюза безъ механич. обор. водоотл. и гр. здан., гр. 18—гр. 16.	Стоимость 1 кб. единицы емкости шлюза, гр. 20 : гр. 5.	Стоимость на 1 саж. паденія въ тыс. рублей, гр. 18 : гр. 2.	№№ шлюзовъ.
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
0,4	—	—	108,4	27,4	393,2	скалпст.	284,8	143,9	197	79
0,4	—	—	108,4	27,0	400,0	„	291,6	147,4	200	80
0,8	—	—	108,4	28,1	383,9	„	275,5	137,8	192	81
2,7	—	—	108,4	23,1	469,9	землист.	361,5	224,7	376	82
2,7	—	—	108,4	24,3	444,7	„	336,3	230,8	445	83
2,8	—	—	108,4	24,7	437,1	„	328,7	225,6	437	84
9,1	—	—	108,4	23,4	462,7	„	354,3	243,1	463	85
2,8	—	—	108,4	24,5	440,8	„	332,4	228,2	441	86
2,8	—	—	108,4	24,2	446,4	„	338,0	231,9	446	87
10,4	—	—	108,4	21,4	504,7	„	396,3	271,0	505	88
4,2	—	—	108,4	24,1	448,3	„	339,9	233,3	448	89
9,0	—	—	108,4	23,4	466,1	„	357,7	245,5	466	90
2,7	—	—	108,4	24,2	448,2	„	339,8	233,1	448	91
2,8	—	—	108,4	24,6	439,4	„	331,0	227,1	439	92
2,9	—	—	108,4	26,7	405,8	„	297,4	238,8	624	93
2,6	—	—	108,4	22,7	479,1	„	370,7	222,0	355	94
2,9	—	—	108,4	26,2	413,4	„	305,0	233,4	551	95
2,8	—	—	108,4	25,4	429,5	„	321,1	229,9	477	96
2,7	—	—	108,4	23,9	455,6	„	347,2	228,7	414	97
2,8	—	—	108,4	27,0	400,7	„	292,3	240,6	668	98
2,9	—	—	108,4	26,2	414,5	„	306,1	229,0	518	99
2,8	—	—	108,4	25,7	422,0	„	313,6	227,2	528	100

№№ шлюзовъ.	Паденіе въ саж.	Высота шлюза въ саж.	Длина шлюза въ саж.	Емкость шлюза въ кб. саж.	СТОИМОСТЬ ВЪ ТЫ						
					Земляныя работы (котлованы и нагорныя канавы).	% къ полной стоимости шлюза.	Каменныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Металлическія работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Деревянныя работы.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					Нижняя						
101	0,80	2,40	69,6	1.336	19,8	4,6	235,2	54,6	36,8	8,6	30,5
102	0,80	2,40	69,5	1.334	17,2	4,1	235,2	54,9	36,8	8,6	30,5
103	0,70	2,30	69,3	1.276	15,5	3,9	228,3	57,2	34,2	8,4	13,1
104	0,70	2,30	69,3	1.276	15,1	3,6	228,3	55,0	34,2	8,2	29,3
105	0,70	2,30	69,3	1.276	16,0	3,8	228,3	54,7	34,2	8,2	30,3
106	1,00	2,60	70,1	1.457	21,8	5,0	248,0	57,0	42,7	9,8	14,3
107	1,00	2,60	70,1	1.457	20,5	4,7	248,0	57,2	42,7	9,8	14,3
108	1,50	3,10	71,0	1.761	22,6	4,3	287,7	53,5	58,7	10,9	59,2
109	1,50	3,10	71,0	1.761	21,1	3,9	287,7	53,7	58,7	11,9	59,2
					Тоб						
110	1,60	3,20	148,0	3.789	32,5	7,7	167,6	40,0	62,2	14,8	35,0
111	1,60	3,20	148,0	3.789	40,1	9,3	167,6	39,0	62,2	14,5	35,0

Примѣчаніе: 1) Въ полную стоимость шлюза (гр. 18) вошли, кромѣ перечислен
зданій *31.230* руб., водоотливъ *7.200* руб. и механическое
2) Въ графѣ первой курсивомъ обозначены шлюзы, имѣющіе

сячахъ рублей.										
% къ полной стоимости шлюза.	Фашинныя работы.	% къ полной стоимости шлюза.	Механическое оборудов. Водоотл. Гражд. зданія со служб.	% къ полной стоимости шлюза.	Полная стоимость шлюза.	Характеръ основаній.	Стоимость шлюза безъ механич. обор. водоотл. и гр. здан., гр. 18—гр. 16.	Стоимость 1 кб. единицы емкости шлюза, гр. 20 : гр. 5.	Стоимость на 1 саж. паденія въ тыс. рублей, гр. 18 : гр. 2.	№№ шлюзовъ.
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Исеть.										
7,1	—	—	108,4	25,1	430,7	свайн.	322,3	241,3	538	101
7,1	—	—	108,4	25,3	428,1	„	319,7	239,6	535	102
3,3	—	—	108,4	27,2	399,5	землист.	291,1	228,2	571	103
7,1	—	—	108,4	26,1	415,3	свайн.	306,9	240,6	593	104
7,2	—	—	108,4	26,1	417,2	„	309,8	242,7	596	105
3,3	—	—	108,4	24,9	435,2	землист.	326,8	224,3	435	106
3,3	—	—	108,4	25,0	433,9	„	325,5	223,4	434	107
11,0	—	—	108,4	20,3	536,0	свайн.	428,2	243,2	358	108
11,1	—	—	108,4	20,3	535,1	„	426,7	242,4	357	109
олъ.										
8,3	16,0	3,8	108,4	25,6	421,7	свайн.	313,3	82,7	264	110
8,2	16,0	3,7	108,4	25,3	429,3	„	310,9	82,0	268	111

ныхъ, также постоянные для всѣхъ шлюзовъ расходы на постройку гражданскихъ оборудованіе *70.000* руб., а всего *108.230* руб.
стѣнку паденія.

Приложеніе № 2 къ главѣ XIV.

Выписка изъ вѣдомости единичныхъ цѣнъ на строительныя работы по проекту воднаго пути между Камою и Иртышомъ.

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И ЗАГОТОВОКЪ.	Наименованіе единицъ.	Единичная цѣна.	
		Рубли.	Коп.
I. Земляныя работы.			
1. Выемка грунта со свалкой его въ насыпи и кавальеры съ разравниваніемъ на мѣстѣ свалки при высотѣ насыпей и кавальеровъ не болѣе 7 саж., при дальности отвозки до 40,00 саж., при наличіи обыкновенныхъ грунтовъ (земли, пески, мягкія глины и другіе грунты, разрабатываемые лопатой)	1 куб. саж.	3	—
1а. То же при наличіи щебенистыхъ, гравелистыхъ, валунистыхъ, плотноглинистыхъ, торфяныхъ съ корнями и пнями, мерзлыхъ и иныхъ грунтовъ, разрабатываемыхъ киркой, кайлой и ломомъ	„	5	40
2. То же при наличіи разборно-скалистыхъ грунтовъ, мергелей, сланцевъ, песчаниковъ, конгломератовъ, известняковъ и иныхъ грунтовъ, разрабатываемыхъ клиньями, молотами, а также при наличіи скалистыхъ грунтовъ, разрабатываемыхъ съ помощью взрывовъ	„	11	60
3. Устройство песчано-глинистой насыпи изъ резерва для сопрягающихъ дамбъ и засыпка за искусственными сооруженіями, съ тщательной утрамбовкой въ слоѣ не толще $^1/_2$ фута при глубинѣ выемки въ резервѣ не болѣе 1,50 саж. и средней глубинѣ при высотѣ дамбъ 2 арш. не болѣе 3,00 саж., съ дальностью отвозки грунта до 40 саж.	„	4	20
II. Мостовыя работы съ матеріалами.			
1. Одиночное мощеніе на мху площадокъ и откосовъ валуннымъ, крѣпко-известковымъ и песчаниковымъ камнемъ, при слоѣ мостовки не менѣе 0,10 саж.			
Сооруженія 1 — 86	1 кв. саж.	3	—
„ 87 — 111	„	9	—

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И ЗАГОТОВОКЪ.	Наименованіе единицъ.	Единичная цѣна.	
		Рубли.	Коп.
2. Двойное мощеніе согласно § 1 при слоѣ мостовки не менѣе 0,20 саж.			
Сооруженія 1 — 86	1 кв. саж.	5	—
„ 87 — 111	„	16	50
3. Двойное мощеніе согласно § 2 въ плетневыхъ клѣткахъ.			
Сооруженія 1 — 86	„	10	—
„ 87 — 111	„	21	—
4. Двойное мощеніе изъ камней грубой приколки, съ заливкой верхняго слоя толщиною 0,17 саж. цементнымъ растворомъ 1/3 и съ укладкой нижняго слоя толщиною 0,10 саж. на мху съ плотной расщебенкой, при полной толщинѣ мостовки не менѣе 0,27 саж.			
Сооруженія 1 — 86	„	26	50
„ 87 — 111	„	49	—
5. Мостовая на мху съ плотной расщебенкой, въ плетневыхъ клѣткахъ на слоѣ камня плотныхъ прочныхъ породъ въ 0,35 саж.	„	15	—
6. Укрѣпленіе дна подходныхъ каналовъ къ шлюзамъ на илистыхъ грунтахъ мостовой по типу § 4 на фашинномъ тюфякѣ согласно § 2 отд. III	„	56	—
. . . .			
V. Плотничныя и свайныя работы съ матеріалами.			
1. Забивка одной круглой сваи въ рѣкѣ на рисбермѣ, при длинѣ сваи 2,75 саж., толщинѣ 5 верш. и глубинѣ забивки на 1,00 саж.	—	5 / 7	— [1] / 50
2. То же—сваи длиною 2,75 саж., толщиною 6 верш., на глубину 1,00 саж.	—	6 / 8	50 [1] / —
3. То же—сваи длиною 2,50 саж., толщиною 6 верш., на глубину 2 саж.	—	8 / 9	— [1] / 50
4. То же—сваи длиною 3,25 саж., толщиною 6 верш., на глубину 2,50 саж.	—	9 / 11	50 [1] / —

[1]) Верхнія цѣны относятся къ Пермской губ., нижнія—къ Тобольской губ.

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И ЗАГОТОВОКЪ.	Наименованіе единицъ.	Единичная цѣна.	
		Рубли.	Коп.
5. То же—сваи длиною 4 саж., толщиною 6 верш., на глубину 3,5 саж.	—	12 / 13	71[1] / 96
5а. То же—сваи длиной 6 саж., толщиною 7 верш., на глубину 5 саж.	--	18	92
6. Устройство досчатаго, толщиною 3″, шпунтоваго ряда, съ забивкой 2 направляющихъ свай и положеніемъ на нихъ насадокъ изъ 6 верш. сосноваго лѣса, съ постановкой скобъ и болтовъ, при глубинѣ забивки на $^1/_4$ саж. меньше длины свай въ:			
а) 3,00 саж.	1 пог. саж.	87 / 89	25[1] / —
б) 2,50 „	„	74 / 76	30[1] / —
в) 2,00 „	„	58 / 59	75[1] / 40
г) 1,50 „	„	45 / 46	60[1] / 60
д) 1,00 „	„	34 / 35	75[1] / 80
7. Устройство брусчатаго шпунтоваго ряда, приготовленнаго изъ 6 верш. сосноваго лѣса, съ забивкой 2 направляющихъ свай, съ положеніемъ направляющихъ изъ 6 верш. лѣса, съ постановкой болтовъ и скобъ, при глубинѣ забивки на $^1/_4$ саж. меньше длины свай при глубинѣ забивки въ:			
а) 4,00 саж.	„	178 / 188	—[1] / —
б) 3,50 „	„	154 / 168	50[1] / —
в) 3,00 „	„	133 / 148	—[1] / —
г) 2,50 „	„	111 / 128	90[1] / —
д) 2,00 „	„	93 / 99	60[1] / —

[1]) Верхнія цѣны относятся къ Пермской губ., нижнія—къ Тобольской губ.

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И ЗАГОТОВОКЪ.	Наименованіе единицъ.	Единичная цѣна. Рубли.	Коп.
е) 1,50 саж.	1 пог. саж.	71 / 79	—[1]) / 50
ж) 1,00 „	„	52 / 54	—[1]) / —
8. Устройство изъ 7 верш. лѣса шандорныхъ загражденій, съ постановкой стоекъ и подкосовъ на 1 кв. саж. видимаго шандорнаго загражденія .	1 кв. саж.	38	—
VI. Перемычки съ матеріалами.			
1. Устройство 1 п. с. перемычки, состоящей изъ досчатаго 3″ шпунтоваго ряда, забитаго на глубину 1 саж. съ забивкой на ту же глубину по 2 направляющихъ 6 верш. свай съ насадками на каждую пог. саж. перемычки, съ забивкой на ту же глубину черезъ 1 пог. саж. упорныхъ свай съ насадками, съ укрѣпленіемъ подкосами, болтами, скобами и изъ земляной отсыпи шириной по верху 0,5 саж. при двойномъ откосѣ. За устройство и разборку описанной перемычки при возвышеніи ея надъ грунтомъ:			
а) на 2,00 саж. (съ 2 подкосами) . .	1 пог. саж.	145 / 154	50[1]) / 50
б) „ 1,50 „ („ 1 подкосомъ) . .	„	106 / 111	50[1]) / 80
в) „ 1,00 „ („ 1 „) . .	„	80 / 84	—[1]) / 50
2. Устройство перемычки для скалистаго грунта, состоящей изъ 6 верш. сляги, опирающейся на козлы изъ 5 верш. лѣса, разставленныя черезъ 1 саж. и съ деревянной обшивкой изъ 2″ получистыхъ досокъ, покрытыхъ войлокомъ, и глиняной отсыпи шириной по верху 0,50 саж. и по низу 1,25 саж., съ загрузкой подошвы, гдѣ потребуется, мѣшками или кулями съ землей и необходимыми скрѣпленіями и поковками. За устройство и разборку вышеуказанной перемычки при возвышеніи ея надъ грунтомъ:			
на 3,00 саж.	„	268 / 265	—[1]) / —
„ 2,00 „	„	152 / 160	50[1]) / 50
„ 1,00 „	„	74 / 76	50[1]) / 50

[1]) Верхнія цѣны относятся къ Пермской губ., нижнія—къ Тобольской губ.

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И ЗАГОТОВОКЪ.	Наименованіе единицъ.	Единичная цѣна.	
		Рубли.	Коп.
3. Устройство 1 пог. саж. двурядной перемычки изъ 3'' сосновыхъ досокъ и круглыхъ маячныхъ свай изъ 6 верш. лѣса, со схватками и подкосами изъ 5 верш. лѣса, при глубинѣ забивки на 1,00 саж. въ грунтѣ средней твердости при заполненіи ея глиною, считая и разборку перемычки:			
а) при высотѣ 3,50 саж. и ширинѣ 2,10 саж. .	1 пог. саж.	400 / 412	50[1]) / 60
б) „ „ 3,00 „ „ 1,70 „ .	„	324 / 337	—[1]) / 50
в) „ „ 2,50 „ „ 1,30 „ .	„	197 / 213	50[1]) / 50
г) „ „ 2,00 „ „ 1,00 „ .	„	164 / 180	—[1]) / 50
VII. Каменныя работы съ матеріалами.			
1. Бутовая кладка изъ камней прочныхъ породъ, съ временнымъ сопротивленіемъ раздробленію не менѣе $\frac{100 \text{ пуд.}}{2 \text{ дм.}}$ и объемомъ не менѣе $^3/_4$ фт.^{3}—влажныхъ и очищенныхъ отъ грязи на цементномъ растворѣ $^1/_3$ съ плотной расщебенкой, съ матеріалами и работой, включая въ бутовую кладку всю облицовку, кромѣ штучныхъ камней, оплачиваемыхъ особо	1 куб. саж.	124	50
2. Бетонная кладка изъ бетона состава 1 : 3 : 6, съ примѣненіемъ щебня прочныхъ породъ согласно § 1, съ матеріалами и работой, включая въ бетонную кладку всю облицовку, кромѣ штучныхъ камней, оплачиваемыхъ особо	„	175	—
3. То же изъ бетона состава 1 : 2 : 4	„	211	—
4. Бутовая кладка изъ кирпича на цементномъ растворѣ состава $^1/_3$	„	137	50
5. Правильная кладка изъ кирпича на цементномъ растворѣ $^1/_3$	„	146	—
6. Бетонная кладка изъ бетона состава 1 : 3 : 6 на цементномъ растворѣ съ кирпичнымъ щебнемъ, включая въ бетонную кладку облицовку, кромѣ штучныхъ камней	„	171	—

[1]) Верхнія цѣны относятся къ Пермской губ., нижнія—къ Тобольской губ.

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И ЗАГОТОВОКЪ.	Наименованіе единицъ.	Единичная цѣна.	
		Рубли.	Коп.
7. Бетонная кладка состава 1:3:6, кладка сводовъ водопроводныхъ галлерей согласно условій § 2	1 куб. саж.	188	—
8. За кладку 1 кв. саж. бутоваго свода толщиною въ ключѣ въ 25″ на цементномъ растворѣ 1 : 1½ добавочно къ стоимости бутовой кладки .	1 кв. саж.	45	—
9. Сухая каменная кладка въ призмахъ и дамбахъ изъ камня мѣстныхъ породъ, съ выравниваніемъ откосовъ и съ примѣненіемъ для наружныхъ рядовъ грубооколотыхъ камней вѣсомъ не менѣе 4 пудовъ:			
Сооруженія 1 — 85	„	29	—
„ 86 — 111	„	107	—
Сооруженія 86 — 111, считая доставку камня построеннымъ воднымъ путемъ	„	38	—
Облицовка.			
10. Облицовка стѣнъ устоевъ и шлюзовъ, отверстій галлерей, лотковъ, флютбетовъ изъ камней размѣровъ и качествъ, указанныхъ въ техническихъ условіяхъ и въ § 1, съ расшивкою швовъ при облицовкѣ приколомъ:			
Сооруженія 1 — 85	„	22	—
„ 86 — 111	„	31	50
11. Выстилка площадокъ лещадной плитой толщиною 0,08 саж. изъ песчаника или гранита на растворѣ ½ изъ портл. цемента за	„	9	50
12. Расшивка швовъ поверхности стѣнъ сводовъ, устоевъ, крыльевъ цементнымъ растворомъ 1/1 за	„	2	—
13. Облицовка выступающихъ угловъ кордоновъ, пороговъ въ шлюзахъ изъ камней получистой тески, удовлетворяющихъ условіямъ § 1, размѣрами не менѣе 0,02 саж.² за	1 пог. саж. облицовки.	70	—
14. То-же входящихъ угловъ и шандорныхъ пазовъ за	„	150	—

НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И ЗАГОТОВОКЪ.	Наименованіе единицъ.	Единичная цѣна.	
		Рубли.	Коп.
15. Штучные камни. Крупная облицовка получистой тески, изъ штучныхъ камней для королей, верейльныхъ, подпятныхъ и подферменныхъ камней, съ исключеніемъ ихъ изъ объема бутовой кладки	1 куб. саж.	1.200	—
16. Средняя и мелкая облицовка получистой тески изъ штучныхъ камней съ исключеніемъ ихъ изъ объема бутовой кладки для сооруженій 1—19	„	850	—
VIII. Разныя работы.			
1. За комплектъ гражданскихъ зданій съ необходимыми службами, съ устройствомъ канализаціи и водопровода въ зданіяхъ	—	31.230[1])	—
2. За водоотливъ въ теченіе сутокъ на территоріи одного сооруженія при выемкѣ всякаго грунта во время постройки устоевъ, плотины, шлюза и подходовъ къ нему за	1 сутки.	40	—
3. За подготовительныя дѣйствія къ постановкѣ желѣзныхъ воротъ, а именно: за задѣлку въ кладку подушекъ и болтовъ, сдѣланіе вырубокъ и гнѣздъ въ облицовкѣ, прилаживаніе къ воротамъ деревянныхъ брусьевъ, считая съ матеріаломъ, за исключеніемъ лѣса, съ пуда воротъ и ихъ механизмовъ	1 пудъ	—	25

[1]) Смѣта на устройство комплекта гражданскихъ зданій при шлюзѣ и плотинѣ на р. Шекснѣ по проекту 1911 г.

1.	Домъ № 1 для мастера шлюза, одного сторожа и телефониста		5.966 р. 54 к.
2.	Домъ № 2 для 4 семейныхъ сторожей .	2 × 5.076 р. 49 к. =	10.152 „ 98 „
3.	Домъ № 3 для 2 семейныхъ сторожей .	—	3.011 „ 60 „
4.	Баня и прачечная	—	2.370 „ 75 „
5.	Ледникъ на 2 отдѣленія	—	499 „ 47 „
6.	Коровникъ на 2 „	2 × 201 р. 78 к. =	403 „ 56 „
	„ „ 3 „	3 × 188 р. 61 к. =	565 „ 83 „
7.	Навѣсъ для дровъ		251 „ 67 „
8.	Заборы	130 пог. саж. =	1.567 „ 58 „
9.	Цейхгаузы	—	1.083 „ 49 „
10.	Сарай для щитовъ	—	1.554 „ 04 „
11.	Канализаціонныя работы	—	2.996 „ 75 „
		Итого . .	30.324 р. 26 к.
	на инструменты $3^0/_0$		909 „ 73 „
		Всего . . .	31.233 р. 99 к.

Примѣчаніе. При разсмотрѣніи проекта въ Техническомъ Бюро приведенныя здѣсь расцѣнки были повышены (см. Журналъ Совѣщанія по разсмотрѣнію Волго-Сибирскаго воднаго пути между Камою и Иртышомъ ч II стр. 504).

Приложеніе № 3 къ главѣ XIV.

М. П. С.

Проектъ воднаго пути между КАМОЮ и ИРТЫШОМЪ.

СМѢТА
на устройство шлюза № 14.

Рѣка Средняя Чусовая.

Верста по трассѣ отъ устья Чусовой 273.

1912 г.

Статьи.	Параграфы.	НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И РАСХОДОВЪ.		Количество единицъ.	Цѣна единицы. Руб.	К.	Сумма, въ рубляхъ. По параграфу.
1	2	3		4	5		6
1		**Котлованы.**					
	1	Выемка въ скалистыхъ грунтахъ .	куб. с.	1.807	11	60	20.961
	2	Выемка въ щебенистыхъ грунтахъ .	куб. с.	3.629	5	40	19.597
	3	Выемка въ землистыхъ грунтахъ .	куб. с.	—	3	—	—
		Итого		—	—	—	40.558
2		**Нагорныя канавы.**					
	1	Выемка въ щебенистыхъ грунтахъ .	куб. с.	89,47	5	40	483
	2	„ „ землистыхъ „ .	куб. с.	—	2	40	—
	3	Одиночная мостовка на мху . . .	кв. с.	403,49	3	—	1.210
	4	„ „ „ „ . .	кв. с.	—	9	—	—
		Итого		—	—	—	1.693
3		**Каменныя работы.**					
	1	Бутовая кладка на цементномъ растворѣ 1:3	куб. с.	1.153,2	124	50	143.573
	2	Кирпичная кладка на цементномъ растворѣ 1:3	куб. с.	—	137	50	—
	3	Бетонная кладка состава 1:3:6. .	куб. с.	—	175	—	—
	4	Бетонная кладка въ водопроводныхъ галлереяхъ, состава 1:3:6.	куб. с.	156	188	—	29.328
	5	Бетонная кладка съ кирпичнымъ щебнемъ, состава 1:3:6. . . .	куб. с.	—	171	—	—
	6	Кладка штучныхъ камней (короли, подпятные камни и верейльныя выкружки)	куб. с.	11,385	1.200	—	13.662

Статьи.	Параграфы.	НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И РАСХОДОВЪ.		Количество единицъ.	Цѣна единицы. Руб.	К.	Сумма, въ рубляхъ. По параграфу.
1	2	3		4	5		6
	7	Облицовка поверхностей камнями съ грубой околкой лица (внутренняя поверхность стѣнъ, шлюзовъ, щекъ сводовъ и люковъ затворовъ).	кв. с.	583	22	—	12.826
	8	Расшивка швовъ на наружной поверхности стѣнъ шлюзовъ. .	кв. с.	480	2	—	960
	9	Выстилка площадокъ плитою. . .	кв. с.	165	9	50	1.568
	10	Облицовка камнями съ получистой теской лица вертикальн. угловъ, пороговъ, кордоновъ и ступеней лѣстницъ.	пог. с.	490	70	—	34.300
	11	Облицовка камнями съ получистой теской вертикальн. входящихъ угловъ и шандорныхъ пазовъ .	пог. с.	62,5	150	—	9.375
	12	Каменная наброска.	куб. с.	—	—	—	—
		Итого		—	—	—	245.592
4		**Металлическія работы.**					
	1	Клепанное желѣзо въ воротахъ, затворахъ и причалахъ. . . .	пуд.	4.607	3	30	15.203
	2	Круглое желѣзо въ арматурѣ. . .	пуд.	—	2	60	—
	3	Мѣдныя поковки въ щитовыхъ затворахъ	пуд.	16,5	30	—	495
	4	Чугунное литье въ воротахъ, затворахъ и причалахъ.	пуд.	906	2	30	2.084
	5	Стальныя отливки въ воротахъ . .	пуд.	248	3	80	942
	6	Монтажъ воротъ и затворовъ. .	пуд.	5.449	—	25	1.362
		Итого		—	—	—	20.086

Статьи.	Параграфы.	НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И РАСХОДОВЪ.	Количество единицъ.	Цѣна единицы.		Сумма, въ рубляхъ.
				Руб.	К.	По параграфу.
1	2	3	4	5		6
5		**Деревянныя работы.**				
	1	Шпунтовые брусчатые ряды высотою 2 сж. . . . . пог. с.	—	—	—	—
	2	Шпунтовые брусчатые ряды высотою 1,5 сж. . . . . пог. с.	—	—	—	—
	3	Шпунтовые досчатые ряды высотою 1 сж. . . . . пог. с.	—	—	—	—
	4	Королевые брусья. . . . . пог. с.	18,00	4	35	78
	5	Деревянныя подѣлки въ щитовыхъ затворахъ . . . . . куб. ф.	3,00	—	50	2
	6	Шандорныя загражденія для ремонта въ головахъ шлюзовъ. . кв. с.	36,00	38	—	1.368
	7	Шандорные брусья въ водопроводныхъ галлереяхъ	8,4	18	—	151
	8	Сваи подъ основанія шлюзовъ:				
		а) длиною 4 сж., діаметромъ 6 вер. шт.	—	10	66	—
		б) длиною 6 сж., діаметромъ 7 вер. шт.	—	18	92	—
	9	Сваи для укрѣпленія каменной наброски длиною 2,75 сж., діам. 5 вер. . . . . шт.	—	7	50	—
	10	Перемычки на козлахъ высотой 1 сж. . . . . пог. с.	—	74	50	—
	11	Перемычки на козлахъ высотой 2 сж. . . . . пог. с.	—	152	50	—
	12	Перемычки на сваяхъ высотою 1 сж. . . . . пог. с.	—	80	—	—
	13	Перемычки на сваяхъ высотою 1,5 сж. . . . . пог. с.	—	106	50	—
		Итого . .	—	—	—	1.599

Статьи.	Параграфы.	НАИМЕНОВАНIЕ РАБОТЪ И РАСХОДОВЪ.	Количество единицъ.	Цѣна единицы. Руб.	К.	Сумма въ рубляхъ. По параграфу.
1	2	3	4	5		6
6		**Фашинныя работы.**				
	1	Укрѣпленiе откосовъ и дна фашиннымъ тюфякомъ, толщиною 0,23 сж. при толщинѣ загрузки камнемъ 0,08 сж. . . . . . . кв. с.	—	8	80	—
7	1	**Механическое оборудованiе шлюзовъ.**	1	70 000	—	70.000 [1]
8	1	**Водоотливъ** дней.	180	40	—	7.200 [2]
9	1	**Комплектъ гражданскихъ зданiй съ необходимыми службами** (по типамъ проекта шлюзованiя р. Шексны). . . .	1	31.230	—	31.230
		ИТОГО ПО СМѢТѢ	—	—	—	417.958

[1]) Къ ст. 7. Стоимость механическаго оборудованiя шлюзовъ на основанiи смѣты проекта шлюзованiя Днѣпровскихъ пороговъ 1912 г.

[2]) Къ ст. 8. Считая по 180 дней на каждый шлюзъ по даннымъ смѣты проекта шлюзованiя р. Шексны 1911 г.

Приложеніе № 4 къ главѣ XIV.

М. П. С.

Проектъ воднаго пути
между
КАМОЮ и ИРТЫШОМЪ.

СМѢТА
на устройство подходовъ къ шлюзу № 14.


Рѣка Средняя Чусовая.

Верста по трассѣ отъ устья Чусовой 273.

1912 г.

Статьи.	Параграфы.	НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ И РАСХОДОВЪ.	Количество единицъ.	Цѣна единицы. Руб.	К.	Сумма, въ рубляхъ. По параграфу.
1		**Направляющія дамбы.**				
	1	Земляная насыпь . . . . . . куб. саж.	25,0	4	20	105,00
	2	Каменная отсыпь . . . . куб. саж.	89,0	29	—	2.581,00
	3	Поверхности головъ дамбъ, отдѣлываемыя слоемъ кладки на цементѣ . . . . кв. саж.	5,5	26	50	145,75
		Итого	—	—	—	2.831,75
2	1	Направляющія эстакады деревянныя и металлическія	—	—	—	14.400,00
3		**Подходные каналы.**				
	1	Ручная выемка землистыхъ грунтовъ . . . . куб. саж.	4.145	5	40	22.383,00
	2	Выемка землистыхъ грунтовъ землечерпательницами . . . куб. саж.	331	5	30	1.754,30
	3	Выемка скалистыхъ грунтовъ . куб. саж.	1.270	11	60	14.732,00
	4	Насыпь въ дамбахъ, ограждающихъ подходные каналы куб. саж.	—	4	20	—
	5	Одиночная мостовка на мху слоемъ 0,10 с. откосовъ . . кв. саж.	552	3	—	1.656,00
	6	Одиночная мостовка на мху слоемъ въ 0,10 с. дна каналовъ кв. саж.	207	3	—	621.00
	7	Планировка дна . . . . . . кв. саж.	—	1	10	—
	8	Двойная мостовка дна толщиною въ 0,27 с. въ два слоя, съ устройствомъ верхняго на цементномъ растворѣ . . . кв. саж.	607	26	50	16.085,50
	9	Двойная мостовка толщиною 0,20 саж. въ плетняхъ на выходахъ . . . . кв. саж.	60	10	—	600,00
	10	Одерновка откосовъ . . . . . кв. саж.	89	—	80	71,20
	11	Перемычки однорядныя среднею высотою до 1 саж. . . . . . пог. саж.	65	80	—	5.200,00
	12	Перемычки однорядныя среднею высотою до 1,50 саж. . . . . пог. саж.	—	106	50	—
	13	Перемычки на козлахъ на скалистомъ грунтѣ среднею высотою до 1 саж. . пог. саж.	—	74	50	63.103,00
		Сумма по смѣтѣ . . .	—	—	—	80.334,75
		За округленіемъ . . .	—	—	—	80.335,00

Примѣчаніе. Ст. 2. Стоимость эстакадъ на основаніи особой смѣты, въ которой произведенъ и подсчетъ количества эстакадъ.


ПРОЕКТЪ
ВОДНАГО ПУТИ
МЕЖДУ
КАМОЮ и ИРТЫШЕМЪ
1912 г.
СОКРАЩЕННЫЙ ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ
Масштабъ
ВОДОРАЗДѢЛЪ
ТУРА
ТОБОЛЪ
ИРТЫШЪ

СПИСОКЪ ИЗДАНІЙ

Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ.

I. Матеріалы для описанія русскихъ рѣкъ и исторіи улучшенія ихъ судоходныхъ условій.

	Руб.	Коп.
Выпускъ I. Днѣстръ, его описаніе и предположенія объ улученіи. Сост. инж. Пузыревскій. Изд. 1902 г. .	2	—
Выпускъ III. Рѣчные дноуглубительные снаряды. Текстъ и чертежи. Сост. инж. Борманъ. Изд. 1903 г. .	8	50
Выпускъ IV. Типы укрѣпленій береговъ каналовъ, рѣкъ и озеръ. Текстъ и чертежи. Сост. инж. Польковскій. Изд. 1903 г.	3	—
Выпускъ V. Ока и Московско-Нижегородскій водный путь. Сост. инж. Пузыревскій. Изд. 1903 г. . .	3	—
Выпускъ VI. Сѣверный Донецъ и проектъ его шлюзованія. Сост. инж. Пузыревскій. Изд. 1904 г.	2	60
Выпускъ VII. Затоны и мѣста для зимовки судовъ на рр. Волгѣ и Камѣ. Текстъ и атласъ. Сост. чинами Правленія Казанскаго Округа п. с. Изд. 1906 г. . . .	3	50
Выпускъ X. Ледяной наносъ и зимніе заторы на р. Невѣ. Сост. инж. Лохтинъ. Изд. 1906 г.	1	70
Выпускъ XVI. Русскіе водные пути и судовое дѣло въ до-Петровской Россіи. Текстъ и атласъ. Сост. проф. Загоскинъ. Изд. 1909 г.	3	—

	Руб.	Коп.
Выпускъ XIX. По вопросу объ улучшеніи части Средняго Дона между станицами Казанской и Качалинской Области Войска Донского. Сост. инж. Легунъ. Изд. 1906 г.	1	50
Выпускъ XXI. Землечерпательныя работы Министерства П. С. на внутр. водн. путяхъ Россійской Имперіи въ 1902—1905 гг. Части I, II, III и IV. Сост. инж. Цимбаленко. Изд. 1908 г.	10	—
Выпускъ XXII. Землечерпательныя работы Министерства П. С. на вн. водн. путяхъ Россійской Имперіи въ 1906—1908 гг. Части I, II, III и IV. Сост. инж. Цимбаленко. Изд. 1902 г.	10	—
Выпускъ XXIV. Урянхайскій край. Сост. инж. Родевичъ. Изд. 1909 г	1	80
Выпускъ XXVI. Эскизный проектъ улучшенія судоходныхъ условій порожистой части р. Днѣпра въ связи съ использованіемъ энергіи паденія воды. Составили инж. Рундо и Юскевичъ. Изд. 1911 г.	2	90
Выпускъ XXVII. Абаканъ. Краткое описаніе рѣки и ея бассейна. Текстъ и атласъ. Сост. инж. Родевичъ. 1911 г.	11	95
Выпускъ XXVIII. Рѣка Сухона. Описаніе и изслѣдованіе. Сост. инж. Петрашень. Изд. 1911 г.	1	60
Выпускъ XXIX. Рѣка Волховъ и озеро Ильмень. Сост. инж. Палицынъ. Изд. 1912 г.	4	50
Выпускъ XXX. Отчетъ по изслѣдованіямъ рѣкъ и изысканіямъ соединительныхъ водныхъ путей, произведеннымъ партіями Управленія в. в. п. и ш. д. и Округами п. с. въ 1911 г. Изд. 1912 г.	1	90
Выпускъ XXXI. Матеріалы къ описанію нѣкоторыхъ проектовъ шлюзованія. Сост. инж. Фидманъ и Залога. Изд. 1912 г.	2	60
Выпускъ XXXII. Отчетъ по изслѣдованію въ 1910 г. нижней части р. Вычегды. Сост. инж. Старицкій. Изд. 1912 г. Текстъ и атласъ	12	25

	Руб.	Коп.
Выпускъ XXXIII. Описаніе работъ по опредѣленію расходовъ воды р. Енисея у г. Красноярска Обь-Енисейской партіей въ 1911 г. Текстъ и атласъ. Сост. инж. Зирингъ. Изд. 1913 г.	2	70
Выпускъ XXXIV. Описаніе гидрометрическихъ работъ на р. Зеѣ въ 1907 г. и рр. Турѣ и Тоболѣ въ 1909—1910 гг. Сост. инж. Фидманъ и Шафаловичъ. Изд. 1912 г.	1	20
Выпускъ XXXV. Водное соединеніе рр. Волги и Дона. Сост. инж. Пузыревскій. Текстъ и атласъ. 1912 г.	12	—
Выпускъ XXXVI. Обь-Енисейскій водный путь. Часть I. Р. Сочуръ и Сочуръ-Кемская вѣтвь варіанта Обь-Енисейскаго воднаго пути. Сост. инж. Близнякъ. Изд. 1913 г.	3	75
Выпускъ XXXVIII. Проектъ шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ въ связи съ утилизаціей энергіи ихъ паденія (варіантъ Кіевскаго Округа п. с.). Текстъ и чертежи. Сост. инж. Алексѣевъ. Изд. 1912 г.	4	60
Выпускъ XXXIX. Техническія, экономическія и другія данныя по вопросу объ улучшеніи судоходныхъ условій рѣки Дона. Сост. инж. Акуловъ. Изд. 1912 г. .	3	—
Выпускъ XL. Свѣдѣнія о мостахъ на водныхъ путяхъ Россійской Имперіи. Сост. инж. Венедиктовъ. Изд. 1913 г.	4	—
Выпускъ XLI. Общія свѣдѣнія о р. Ленѣ съ притоками и о работахъ на нихъ въ 1912 г. Сост. инж. Васильевъ. Изд. 1913 г.	1	25
Выпускъ XLII. Финансово-коммерческая сторона проекта шлюзованія и использованія энергіи Волховскихъ пороговъ. Сост. инж. Палицынъ. Изд. 1913 г. .	—	50
Выпускъ XLIII. Рѣка Баргузинъ въ Забайкальской Области. Сост. инж. Старицкій. Изд. 1913 г.	2	20
Выпускъ XLIV. Отчетъ по изслѣдованіямъ рѣкъ и изысканіямъ соединительныхъ водныхъ путей, произведеннымъ партіями Управленія в. в. п. и ш. д. и Округами п. с. въ 1912 г. Изд. 1913 г.	5	50

	Руб.	Коп.
Выпускъ XLV. Отчетъ о работахъ въ 1909 г. экспедиціи по изслѣдованію рѣкъ Камчатскаго полуострова — Камчатки, Большой и Авачи. Сост. инж. Крынинъ. Изд. 1913 г.	3	30
Выпускъ XLVI. Описаніе работъ по обстановкѣ фарватера р. Енисея отъ с. Ворогова до Осиновскаго порога и на Пономаревскихъ камняхъ въ 1912 г. Сост. инж. Близнякъ. Изд. 1913 г.	1	20
Выпускъ XLVIII. Матеріалы для выясненія нѣкоторыхъ важнѣйшихъ вопросовъ, относящихся къ производству дноуглубительныхъ работъ на внутреннихъ водныхъ путяхъ Россійской Имперіи. Изд. 1913 г.	—	—
Выпускъ XLIX. Проектъ воднаго пути между Камою и Иртышемъ. Отд. III ч. I. Основныя заданія и перечень документовъ, составляющихъ проектъ. Сост. инж. Фидманъ. Изд. 1913 г.	—	40
Выпускъ LI. Обь-Енисейскій водный путь. Часть II. Кеть-Тыя-Кемская вѣтвь варіанта Обь-Енисейскаго воднаго пути. Сост. инж. Близнякъ. Изд. 1914 г.	—	—
Выпускъ LII. Хворостяныя работы. Хворостяныя выправительныя и берегоукрѣпительныя сооруженія, примѣняемыя на р. Волгѣ, внизъ отъ Рыбинска и на нѣкоторыхъ ея притокахъ. Изд. 1914 г.	1	50
Выпускъ LIV. Притоки Енисея—рр. Кемь, Канъ, Мана и Оя. Сост. по изслѣдованіямъ 1909—1912 гг. партій Управленія в. в. п. и ш. д. Изд. 1914 г.	1	75
Выпускъ LV. Водные пути Туркестана. Сост. инж. Бенцелевичъ. Изд. 1914 г.	2	20
Выпускъ LVI. Отчетъ по изслѣдованіямъ рѣкъ и изысканіямъ соединительныхъ водныхъ путей, произведеннымъ партіями Управленія в. в. п. и ш. д. и Округами п. с. въ 1913 г. Изд. 1914 г.	5	—
Выпускъ LVII. Енисей отъ Минусинска до Красноярска. Краткія свѣдѣнія о рѣкѣ и судоходствѣ. Сост. инж. Близнякъ. Изд. 1915 г.	—	

	Руб.	Коп.
Выпускъ LVIII. Проектъ воднаго пути между Камою и Иртышемъ. Отд. II. Часть IV. Опись реперовъ. Сост. инж. Фидманъ. Изд. 1914 г.	—	—
Выпускъ LIX. Рѣка Енисей отъ Красноярска до Енисейска. Часть II. Зимнее состоянiе рѣки. Сост. инж. Близнякъ (печатается).	—	—
Выпускъ LX. Рѣка Енисей отъ Красноярска до Енисейска. Часть III. Геологическое описанiе береговъ рѣки. Сост. инж. Близнякъ Изд. 1915 г.	—	—
Выпускъ LXI. Проектъ воднаго пути между Камою и Иртышемъ. Отд. II. Часть II. Гидрометрическiя работы. Сост. инж. Моисеенко. Изд. 1914 г.	—	—
Выпускъ LXII. Выправительныя работы на рѣкѣ Днѣпрѣ. Сост. инж. Акуловъ. Изд. 1914 г.	—	—
Выпускъ LXIII. Проектъ воднаго пути между Камою и Иртышемъ. Отд. III. Часть II. Шлюзы. Сост. инж. Аксамитный. Изд. 1914 г.	—	—
Выпускъ LXIV. Проектъ воднаго пути между Камою и Иртышемъ. Отд. II. Часть III. Геологическiй очеркъ и буровыя работы. Изд. 1914 г.	—	
Выпускъ LXV. Отчетъ по изслѣдованiямъ рѣкъ и изысканiямъ соединительныхъ водныхъ путей, произведеннымъ партiями Управленiя в. в. п. и ш. д. и Округами п. с. въ 1914 г. Изд. 1915 г.	—	—

II. Свѣдѣнiя объ уровнѣ воды на внутреннихъ водныхъ путяхъ Россiи по наблюденiямъ на водомѣрныхъ постахъ *).

	Руб.	Коп.
Томъ I. Бассейны Балтiйскаго и Бѣлаго морей. Наблюденiя 1881—1890 гг.	10	—
Томъ II. Бассейнъ Каспiйскаго моря (1881—1890 гг.)	10	—
Томъ III. Бассейны Чернаго и Азовскаго морей (1881—1890 гг.)	10	—

*) Каждый томъ состоитъ изъ текста и атласа графиковъ.

	Руб.	Коп.
Томъ IV. Бассейны Балтійскаго и Бѣлаго морей (1891—1900 гг.)	10	—
Томъ V. Бассейнъ Каспійскаго моря (1891—1900 гг.)	10	—
Томъ VI. Бассейны Чернаго и Азовскаго морей (1891—1900 гг.)	10	—
Томъ VII. Бассейны С. Ледовитаго и Тихаго океановъ (1891—1900 гг.)	10	—
Томъ VIII. Бассейнъ Балтійскаго и Бѣлаго морей (1901—1910 гг.)	10	—
Томъ X. Бассейнъ Чернаго и Азовскаго морей (1901—1910 гг.)	10	—

III. Матеріалы по экономическимъ изслѣдованіямъ внутреннихъ водныхъ путей.

	Руб.	Коп.
Отдѣлъ первый. Выпускъ I. Очеркъ развитія и современнаго положенія внутренняго воднаго транспорта въ главнѣйшихъ странахъ Зап. Европы и въ Сѣв. Америкѣ. Сост. В. В. Никольскій	1	50
Выпускъ II. Тоже	1	50
Отдѣлъ второй. Волго-Сибирскій путь. Транспортъ. Текстъ и 2 выпуска таблицъ	5	50

IV. Разныя изданія.

	Руб.	Коп.
Изслѣдованія для устройства дополнительнаго водоснабженія верхней Волги. Сост. инж. Бушмакинъ. Изд. 1902 г. Часть I. Текстъ и атласъ	10	—
Тоже. Изд. 1904 г. Часть II и III. Текстъ и атласъ	10	—
Результаты наблюденій гидрометрическихъ станцій. Рѣка Волга. Самарская гидрометрическая станція. Изд. 1899 г.	4	—

	Руб.	Коп
Тоже. Дубовская гидрометрическая станція. Изд. 1905 г.	4	—
Очеркъ современной постановки шоссейно-дорожнаго дѣла во Франціи. Сост. инж. Никольскій. Изд. 1904 г.	1	—
Современная постановка дорожнаго дѣла въ Германіи и Австріи. Сост. инж. Гельферъ. Изд. 1905 г. . .	3	—
Проектныя предположенія по введенію механической тяги на приладожскихъ каналахъ	1	25
Къ вопросу о гидроэлектрическихъ установкахъ. Сост. инж. Максимовъ. Изд. 1905 г.	3	—
Устройство водныхъ путей при невыгодныхъ условіяхъ мѣстности и питанія. Сост. инж. Пузыревскій. Изд. 1907 г.	2	—
Моторныя лодки на автомобильной выставкѣ въ Берлинѣ 1906 г. Сост. инж. Борманъ. Изд. 1907 г.	—	75
Рѣчныя гавани въ Западной Европѣ. Часть II. Румынскія и Австрійскія гавани. Сост. инж. Жерве. Изд. 1906 г.	3	—
Очеркъ развитія дорожнаго и мостостроительнаго дѣла въ вѣдомствѣ п. с. Сост. инж. Гельферъ. Изд. 1911 г. 5 гомовъ	15	—
Труды комиссіи по электрогидравлической описи водныхъ силъ Россіи	2	75
Лѣсныя гавани на Прусской Вислѣ. Сост. инж. Войткевичъ. Изд. 1912 г.	1	—
Краткія свѣдѣнія о типахъ разборчатыхъ плотинъ. Сост. инж. Акуловъ и Калиновичъ. Изд. 1913 г. . .	2	25
Матеріалы по вопросу о расчетныхъ данныхъ для проектированія гидротехническихъ сооруженій. Сост. инж. Близнякъ и Калиновичъ. Изд. 1913 г.	—	30
Краткая инструкція техническимъ агентамъ по надзору и уходу за шоссейными паровыми катками. Изд. 1905 г.	—	—
Техническія правила производства работъ по ремонту шоссе. Изд. 1906 г.	—	—
Клинкеръ (звончакъ), какъ искусственный камень для устройства дорогъ и сооруженій. Сост. инж. Гельферъ. Изд. 1913 г.	—	—

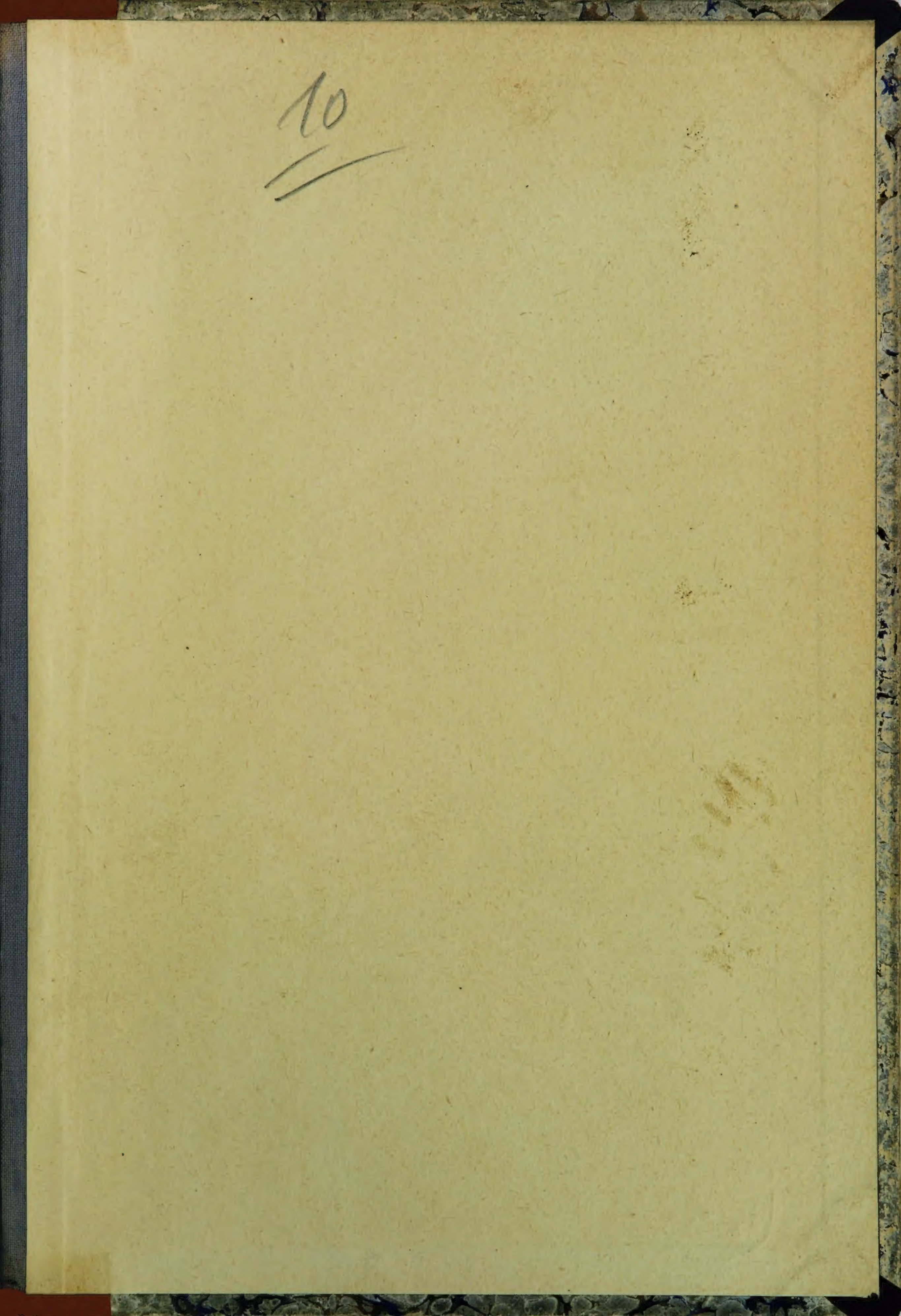
	Руб.	Коп.
Каменные матеріалы на казенныхъ шоссейныхъ дорогахъ. Сост. инж. Гельферъ. Изд. 1914 г.	5	—
Современныя камнедробилки. Сост. инж. Давиденковъ. Изд. 1914 г.	—	—
Гудронированіе шоссейныхъ дорогъ. Сост. инж. Давиденковъ. Изд. 1914 г. (печатается)	—	—
Очеркъ санитарно-экономическаго положенія грузчиковъ на Волгѣ. Сост. докторъ Никитинъ. Изд. 1904 г.	1	—
Сборникъ отчетовъ и докладовъ врачей санитарнаго надзора на рр. Волгѣ и Камѣ и на Маріинской системѣ за 1903 г. Изд. 1904 г.	1	—
Отчетъ о дѣятельности врачей того же надзора за 1904 г. Изд. 1905 г.	1	—
Тоже, за 1905 г. Изд. 1906 г.	—	50
Тоже, за 1906 г. Изд. 1907 г.	—	50
Тоже, за 1907 г. Изд. 1908 г.	—	50
Сборникъ отчетовъ и докладовъ врачей того же надзора за 1906 г. Изд. 1907 г.	1	—
Отчетъ о дѣятельности санитарныхъ врачей Кіевскаго Округа п. с. за 1907 г., въ связи съ противохолерными мѣропріятіями. Изд. 1909 г.		75
Отчетъ о дѣятельности врачебно-санитарнаго надзора на рр. Волгѣ и Камѣ и на Маріинской системѣ за 1908 г. Изд. 1909 г.	—	50
Тоже, за 1909 г. Изд. 1910 г.	—	50
Тоже, за 1910 г. Изд. 1911 г.	—	50
Отчетъ о лѣятельности того же надзора съ данными о холерѣ 1911 г. на водныхъ путяхъ. Изд. 1912 г.	—	75
Практическая гигіена рѣчного судоходства. Сост. д-ръ Никитинъ. Изд. 1907 г.	1	—
Ледокольное дѣло въ германской постановкѣ. Сост. инж. Войткевичъ. Изд. 1913 г.	1	—
Верхнее Поволжье отъ Ярославля до Нижняго Новгорода и Волжское Судоходство. Сост. подъ ред. инж. Бехтерева. Изд. 1913 г.	5	—
Матеріалы по изслѣдованію внутреннихъ водныхъ путей. Выправительныя работы на водныхъ путяхъ Германіи. Выправительныя работы на Рейнѣ. Сост. инж. Водарскій.	3	—

	Руб.	Коп.
Справочная книжка Ленскаго бассейна	3	—
Лоція р. Енисея. Часть I, II и III, съ приложеніемъ лоцманской карты	3	50
Инструкція для изслѣдованія водныхъ путей. Часть I. Изданіе второе 1914 г.	—	50
Инструкція для изслѣдованія водныхъ путей. Часть II. Изд. 1914 г.	—	65
Инструкція для изслѣдованія водныхъ путей. Часть III. Изд. 1914 г.	—	85
Шоссейныя и водныя пути Галиціи. Сост. проф. Яснопольскій. Изд. 1915 г.	1	55
Экономическая записка о переустройствѣ системы Герцога Виртембергскаго. Сост. Вс. Никольскій. Изд. 1914 г.	1	35
Журналъ Совѣщанія по разсмотрѣнію и провѣркѣ проектовъ Волго-Сибирскаго воднаго пути между Камою и Иртышемъ. Часть I и II	5	—
Данныя о напряженіи матеріаловъ въ сооруженіяхъ. Сост. инж. Калиновичъ. Изд. 1914 г.	1	90
Руководство къ барометрическому нивеллированію. Сост. инж. Близнякъ. Изд. 1914 г.	2	20

V. Карты, планы и атласы.

Судоходная карта р. Енисея отъ Кемчика до Минусинска. Изд. 1911 г.	10	—
Судоходная карта р. Енисея отъ Минусинска до Красноярска, съ пояснительной запиской. Изд. 1912 г.	10	—
Судоходная карта р. Енисея отъ Красноярска до Енисейска. Изд. 1914 г.	—	—
Судоходная карта р. Тубы и ея истоковъ. Изд. 1912 г.	15	—
Судоходная карта р. Зеи отъ г. Зеи-Пристани до г. Благовѣщенска. Изд. 1911 г.	21	35
Судоходная карта р. Дона отъ станицы Константиновской до г. Ростова н/Д., съ пояснительной запиской. Изд. 1912 г.	10	90
Карта района Томскаго Округа п. с. Изд. 1913 г.	3	50
Судоходная карта р. Амура отъ Благовѣщенска до Хабаровска, съ пояснительной запиской. Изд. 1913 г.	15	60

	Руб.	Коп.
Судоходная карта р. Иртыша отъ Зайсана до Усть-Каменогорска, съ пояснительной запиской. Изд. 1914 г.	7	—
Судоходная карта р. Иртыша отъ Тобольска до устья, съ пояснительной запиской. Изд. 1914 г. . . .	4	50
Навигаціонная карта р. Лены. Изд. 1913 г. . . .	4	—
Судоходная карта р. Кубани отъ Азовскаго моря до станицы Усть-Лабинской. Изд. 1914 г.	10	—
Судоходная карта р. Вычегды отъ с. Усть-Выма до Котласа	10	—


10

